



S. 704 B 15







HISTOIRE  
DE  
L'ACADÉMIE  
ROYALE  
DES SCIENCES.

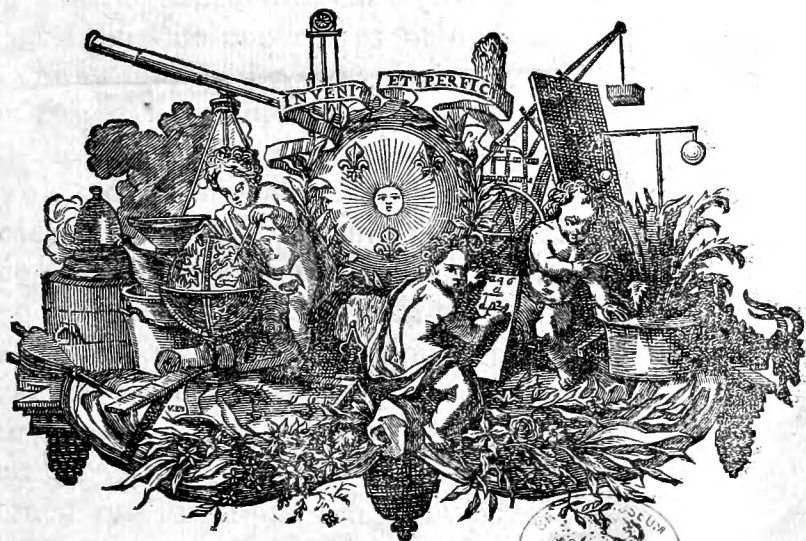
*K with preceding.*

Année M. DC. XCIX.

Avec les Memoires de Mathématique & de Physique ,  
pour la même Année.

*Tirez des Registres de cette Académie.*

Troisième Edition , revûë , corrigée & augmentée:



A PARIS,



Chez { GABRIEL MARTIN.  
JEAN-BAPTISTE COIGNARD fils. } rue S. Jacques.  
H. LOUIS GUERIN.

M. DCCXXXII.

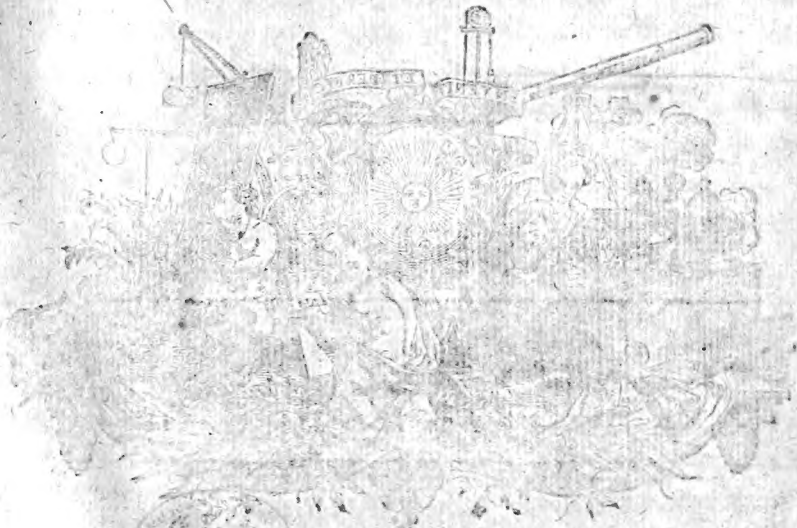
AVEC PRIVILEGE DU ROY.

# HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES

Année M. DCCXXII

Avec les Mémoires de M. de la Harpe  
pour la même Année

Tout les Registres de cette Académie  
Troisième Edition, revue, corrigée & augmentée



A PARIS

GARNIER MATHIEU  
IMPRIMERIE ROYALE  
M. DCCXXII

ANCIENNE IMPRIMERIE DE LA ROYALE



## P R E F A C E.

**S**ELON le Reglement donné par le Roy à l'Académie Royale des Sciences au commencement de l'année 1699. cette Histoire auroit dû paroître à la fin de cette même année. Mais comme par ce Reglement l'Académie entiere se renouvelloit, il a fallu quelque temps pour donner à toutes choses un premier mouvement, qu'il sera désormais facile d'entretenir. Sans entrer dans le détail de tout ce qui a retardé une Impression qui auroit dû être faite deux ans plutôt, il suffit de dire ici que l'Histoire de l'année 1700. est commencée d'imprimer, du jour que celle-cy a été finie, que l'année 1701. suivra immédiatement après, & qu'enfin l'on ne discontinuëra point que l'on ne se soit mis dans les termes précis du Reglement.

L'Histoire de l'Académie des Sciences n'est proprement que l'Histoire de ses Ouvrages, & de ses pensées, si on en excepte quelques faits qui

regardent son nouvel établissement , & qui sont particuliers à l'année 1699.

Cette Histoïre contient deux Parties. L'une que l'on a voulu appeller plus particulièrement Histoïre, est l'Extrait & l'Abregé de tout ce qui s'est dit de remarquable dans l'Académie, soit par écrit, soit de vive voix. L'autre Partie, ce sont les Memoires, c'est à dire, celles d'entre toutes les Pieces lûës dans l'Académie, qui ont été jugées les plus importantes, & les plus dignes d'être données au public dans toute leur étenduë. Ces Memoires sont à peu près icy ce que sont dans une Histoïre ordinaire des Actes originaux, ou des Preuves que l'on imprime quelquefois à la fin.

L'Histoïre comprend plus de choses que les Memoires. On a voulu qu'outre les matieres dont ils traitent, elle receüillit ce qu'on ne croyoit pas à propos de donner tout au long, & qu'on ne vouloit pourtant pas perdre entierement, & en même tems on a eu dessein que sur tous les sujets, soit qu'ils luy fussent communs avec les Memoires, soit qu'ils luy fussent particuliers, elle fut plus proportionnée à la portée de ceux qui n'ont qu'une médiocre teinture de Mathématique & de Physique; car pour ceux qui absolument n'en ont aucune, ils feroient mieux de prendre les choses d'un peu plus haut, & il auroit fallu de trop grands discours pour remonter en leur considération jusqu'aux premiers Elemens des Sciences.

A cela près, on a tâché de rendre cette Histoïre

convenable au plus grand nombre de personnes qu'il a été possible ; on a même eu soin dans les occasions d'y semer des éclaircissemens propres à faciliter la lecture des Memoires, & quelques-unes de ces Pieces pourront être plus intelligibles pour la plûpart des gens, si on les rejoint avec le morceau de l'Histoire qui leur répond.

Quand une matiere n'a pû comporter d'être tournée d'une autre façon, & traitée moins à fond qu'elle n'étoit dans les Memoires, ce qui arrive quelquefois en fait de Machines, ou de démonstrations de Géometrie & d'Algebre, on a été réduit à la passer sous silence, à moins qu'il n'y ait eu lieu de marquer historiquement qu'on avoit fait quelque progrès à cet égard, & d'annoncer cette nouvelle à ceux qui sont du moins bien-aîsés d'apprendre que les Sciences ou les Arts avancent.

Quand au contraire une matiere contenue dans les Memoires a été par elle même si intelligible qu'elle n'eût pas pû l'être davantage dans l'Histoire, on s'est épargné la peine inutile de la repeter.

En general, on a crû que par rapport aux Savans profonds, & à ceux qui ne le sont pas, il étoit bon de présenter sous deux formes différentes les matieres qui composent ce Recueil, que les travaux de l'Académie en feroient plus connus, & que le goût des Sciences s'en répandroit davantage.

Mais à quoy sert-il que le goût des Mathématiques & de la Physique se repande ? De quelle uti-



lité font les occupations de l'Académie ? C'est une question assez ordinaire , & que même la plupart des gens ne proposent pas trop comme une question. Peut-être ne sera-t-il pas hors de propos de donner sur cela quelque éclaircissement.

On traite volontiers d'inutile ce qu'on ne sçait point , c'est une espece de vengeance , & comme les Mathématiques & la Physique sont assez généralement inconnues , elles passent assez généralement pour inutiles. La source de leur malheur est manifeste , elle sont épineuses , sauvages , & d'un accès difficile.

Nous avons une Lune pour nous éclairer pendant nos nuits ; que nous importe , dira-t-on , que Jupiter en ait quatre ? Pourquoi tant d'Observations si pénibles , tant de calculs si fatiguans , pour connoître exactement leur cours ? nous n'en ferons pas mieux éclairés , & la Nature qui a mis ces petits Astres hors de la portée de nos yeux , ne paroît pas les avoir fait pour nous. En vertu d'un raisonnement si plausible , on auroit dû négliger de les observer avec le Télescope , & de les étudier , & il est sûr qu'on y eût beaucoup perdu. Pour peu qu'on entende les Principes de la Géographie , & de la Navigation , on sçait que depuis que ces quatre Lunes de Jupiter sont connues , elles nous ont été plus utiles par rapport à ces Sciences que la nôtre elle même ; qu'elles servent & serviront toujours de plus en plus à faire des Cartes marines incomparablement plus justes que les anciennes ,

& qui sauveront apparemment la vie à une infinité de Navigateurs. N'y eût-il dans toute l'Astronomie d'autre utilité que celle qui se tire des Satellites de Jupiter, elle justifieroit suffisamment ces calculs immenses, ces observations si assiduës, & si scrupuleuses, ce grand appareil d'instrumens travaillés avec tant de soin, ce Bâtiment superbe uniquement élevé pour l'usage de cette Science. Cependant le gros du monde, ou ne connoît point les Satellites de Jupiter, si ce n'est peut-être de reputation, & fort confusément, ou ignore la liaison qu'ils ont avec la navigation, ou ne sçait pas même qu'en ce siecle la navigation soit devenue plus parfaite.

Telle est la destinée des Sciences maniées par un petit nombre de personnes; l'utilité de leurs progrès est invisible à la plupart du monde, sur tout si elles se renferment dans des professions peu éclatantes. Que l'on ait presentement une plus grande facilité de conduire des Rivières, de tirer des Canaux, & d'établir des navigations nouvelles, parce que l'on sçait sans comparaison mieux niveler un terrain, & faire des Ecluses, à quoy cela aboutit-il? Des Maçons & des Mariniers ont été soulagés dans leur travail, eux-mêmes ne se sont pas apperçûs de l'habileté du Géometre qui les conduisoit, ils ont été mûs à peu près comme le corps l'est par une Ame qu'il ne connoît point; le reste du monde s'appërçoit encore moins du Génie qui a présidé à l'entreprise, & le public ne

jouït du succès qu'elle a eu qu'avec une espece d'ingratitude.

L'Anatomie que l'on étudie depuis quelque temps avec tant de soin, n'a pû devenir plus exacte sans rendre la Chirurgie beaucoup plus sûre dans ses operations. Les Chirurgiens le sçavent, mais ceux qui profitent de leur Art n'en sçavent rien. Et comment le sçauroient-ils? Il faudroit qu'ils comparassent l'ancienne Chirurgie avec la moderne. Ce seroit une grande étude, & qui ne leur convient pas. L'operation a réüssi, ç'en est assés, il n'importe guere de sçavoir si dans un autre siecle elle auroit réüssi de même.

Il est étonnant combien de choses sont devant nos yeux sans que nous les voyons. Les boutiques des Artisans brillent de tous côtés d'un esprit & d'une invention, qui cependant n'attirent point nos regards, il manque des Spectateurs à des Instrumens & à des Pratiques très utiles, & très-ingenieusement imaginées, & rien ne seroit plus merveilleux, pour qui sçauroit en être étonné.

Si une Compagnie sçavante a contribué par ses lumieres à perfectionner la Géometrie, l'Anatomie, les Méchaniques, enfin quelque autre science utile, il ne faut pas prétendre que l'on aille rechercher cette source éloignée, pour luy sçavoir gré, & pour luy faire honneur de l'utilité de ses productions. Il sera toujours plus aisé au Public de jouïr des avantages qu'elle luy procurera, que de les connoître. La détermination des Longitudes



par les Satellites, la decouverte du Canal Torachique, un Niveau plus commode & plus juste, ne sont pas des nouveautés aussi propres à faire du bruit, qu'un Poëme agreable, ou un beau Discours d'éloquence.

L'utilité des Mathématiques & de la Physique, quoiqu'à la verité assez obscurs, n'en est donc pas moins réel. A ne prendre les hommes que dans leur état naturel, rien ne leur paroît plus utile que ce qui peut leur conserver la vie, & leur produire les Arts, qui sont & d'un si grand secours, & d'un si grand ornement à la société.

Ce qui regarde la conservation de la vie, appartient particulièrement à la Physique, & par rapport à cette vûë, elle a été partagée dans l'Académie en trois branches, qui sont trois especes différentes d'Académiciens; l'Anatomie, la Chimie, & la Botanique. On voit assez combien il est important de connoître exactement le Corps humain, & les remedes que l'on peut tirer des Minéraux & des Plantes.

Pour les Arts dont le dénombrement seroit infini, ils dépendent les uns de la Physique, les autres des Mathématiques.

Il semble d'abord que si l'on vouloit renfermer les Mathématiques dans ce qu'elles ont d'utile, il faudroit ne les cultiver qu'autant qu'elles ont un rapport immediat & sensible aux Arts, & laisser tout le reste comme une vaine Théorie. Mais cette idée seroit bien fausse. L'Art de la Navigation,

par exemple, tient nécessairement à l'Astronomie, & jamais l'Astronomie ne peut être poussée trop loin pour l'intérêt de la Navigation. L'Astronomie a un besoin indispensable de l'Optique à cause des Lunettes de longue vûë, & l'une & l'autre, ainsi que toutes les parties des Mathématiques, sont fondées sur la Géometrie, & pour aller jusqu'au bout, sur l'Algebre même.

La Géometrie, & sur tout l'Algebre, sont la clef de toutes les recherches que l'on peut faire sur la Grandeur. Ces Sciences qui ne s'occupent que de rapports abstraits, & d'idées simples, peuvent paroître infructueuses, tant qu'elles ne sortent point, pour ainsi dire, du monde intellectuel; mais les Mathématiques mixtes, qui descendent à la matiere, & qui considerent les mouvemens des Astres, l'Augmentation des Forces mouvantes, les différentes routes que tiennent des Rayons de lumiere en differens milieux, les differens effets du Son par les Vibrations des cordes, en un mot toutes les Sciences qui découvrent des rapports particuliers de grandeurs sensibles, vont d'autant plus loin & plus sûrement, que l'Art de découvrir des rapports en general est plus parfait. L'Instrument universel ne peut devenir trop étendu, trop maniable, trop aisé à appliquer à tout ce qu'on voudra. Il est utile de l'utilité de toutes les Sciences, qui ne scauroient se passer de son secours. C'est par cette raison qu'entre les Mathématiciens de l'Académie, que l'on a prétendu  
rendre

rendre tous utiles au public, les Géomètres ou Algebristes font une Classe, aussi-bien que les Astronomes, & les Mécaniciens.

Il est vray cependant que toutes les spéculations de Géometrie pure ou d'Algebre, ne s'appliquent pas à des choses utiles. Mais il est vray aussi que la plupart de celles qui nes'y appliquent pas, conduisent ou tiennent à celles qui s'y appliquent. Sçavoir que dans une Parabole la Soutangente est double de l'Abscisse correspondante, c'est une connoissance fort sterile par elle-même; mais c'est un degré nécessaire pour arriver à l'art de tirer les Bombes avec la justesse dont on sçait les tirer présentement. Il s'en faut beaucoup qu'il y ait dans les Mathématiques autant d'usages évidens que de propositions ou de Verités; c'est bien assés que le concours de plusieurs Verités produise presque toujours un usage.

De plus telle spéculation Géometrique, qui ne s'appliquoit d'abord à rien d'utile, vient à s'y appliquer dans la suite. Quand les plus grands Géometres du dix-septième Siecle se mirent à étudier une nouvelle Courbe qu'ils appellerent la Cycloïde, ce ne fut qu'une pure spéculation, où ils s'engagerent par la seule vanité de découvrir à l'envy les uns des autres des Théorèmes difficiles. Ils ne prétendoient pas eux-mêmes travailler pour le bien public, cependant il s'est trouvé en approfondissant la nature de la Cycloïde qu'elle étoit destinée à donner aux Pendules toute la perfection possi-

ble, & à porter la mesure du tems jusqu'à sa dernière précision.

Il en est de la Physique comme de la Géométrie. L'Anatomie des Animaux nous devoit être assés indifferente, il n'y a que le Corps humain, qu'il nous importe de connoître. Mais telle partie dont la structure est dans le Corps humain si délicate ou si confuse qu'elle en est invisible, est sensible & manifeste dans le corps d'un certain Animal. De là vient que les Monstres même ne sont pas à négliger. La Méchanique cachée dans une certaine espece ou dans une structure commune se développe dans une autre espece, ou dans une structure extraordinaire, & l'on diroit presque que la Nature à force de multiplier & de varier ses ouvrages, ne peut s'empêcher de trahir quelquefois son secret.

Les Anciens ont connu l'Aiman, mais ils n'en ont connu que la vertu d'attirer le fer. Soit qu'ils n'aient pas fait beaucoup de cas d'une curiosité qui ne les menoit à rien, soit qu'ils n'eussent pas assés le génie des expériences, ils n'ont pas examiné cette Pierre avec assés de soin. Une seule expérience de plus leur apprenoit, qu'elle se tourne d'elle-même vers les Poles du monde, & leur mettoit entre les mains le trésor inestimable de la Bouffole. Ils touchoient à cette découverte si importante qu'ils ont laissé échaper, & s'ils avoient donné un peu plus de tems à une curiosité inutile en apparence, l'utilité cachée se déclaroit.

Amassons toujours des verités de Mathématique & de Physique au hazard de ce qui en arrivera, ce n'est pas risquer beaucoup. Il est certain qu'elles seront puisées dans un fonds d'où il en est déjà sorti un grand nombre qui se sont trouvées utiles. Nous pouvons présumer avec raison que de ce même fonds nous en tirerons plusieurs, brillantes dès leur naissance d'une utilité sensible, & incontestable. Il y en aura d'autres qui attendront quelque tems qu'une fine méditation ou un heureux hazard découvre leur usage. Il y en aura qui prises séparément seront stériles, & ne cesseront de l'être que quand on s'avisera de les rapprocher. Enfin au pis aller, il y en aura qui seront éternellement inutiles.

J'entens inutiles, par rapport aux usages sensibles, & pour ainsi dire, grossiers, car du reste elles ne le seront pas. Un objet vers lequel on tourne uniquement ses yeux, en est plus clair & plus éclatant, quand les objets voisins qu'on ne regarde pourtant pas, sont éclairés aussi bien que luy. C'est qu'il profite de la lumière qu'ils luy communiquent par réflexion. Ainsi les découvertes sensiblement utiles, & qui peuvent mériter notre attention principale, sont en quelque sorte éclairées par celles qu'on peut traiter d'inutiles. Toutes les Verités deviennent plus lumineuses les unes par les autres.

Il est toujours utile de penser juste, même sur des sujets inutiles. Quand les nombres & les Lignes ne conduiroient absolument à rien, ce seroient

toûjours les seules connoissances certaines qui ayent été accordées à nos lumieres naturelles, & celles serviroient à donner plus sûrement à notre raison la premiere habitude, & le premier ply du vrai. Elles nous apprendroient à opérer sur les Verités, à en prendre le fil, souvent très-délié & presque imperceptible, à le suivre aussi loin qu'il peut s'étendre, enfin elles nous rendroient le vrai si familier, que nous pourrions en d'autres rencontres le reconnoître au premier coup d'œil, & presque par instinct.

L'Esprit Géometrique n'est pas si attaché à la Géometrie qu'il n'en puisse être tiré, & transporté à d'autres connoissances. Un Ouvrage de Morale, de Politique, de Critique, peut être même d'Eloquence, en fera plus beau, toutes choses d'ailleurs égales, s'il est fait de main de Géometre. L'ordre, la netteté, la précision, l'exactitude qui regnent dans les bons Livres depuis un certain tems, pourroient bien avoir leur premiere source dans cet Esprit géometrique, qui se répand plus que jamais, & qui en quelque façon se communique de proche en proche à ceux même qui ne connoissent pas la Géometrie. Quelque fois un grand Homme donne le ton à tout son siecle, & celui à qui l'on pourroit le plus légitimement accorder la gloire d'avoir ébably un nouvel Art de raisonner, étoit un excellent Géometre.

Enfin tout ce qui nous élève à des réflexions, qui quoique purement spéculatives, sont grandes

& nobles , est d'une utilité qu'on peut appeller spirituelle & Philosophique. L'Esprit a ses besoins , & peut-être aussi étendus que ceux du Corps. Il veut sçavoir ; tout ce qui peut être connu luy est nécessaire , & rien ne marque mieux combien il est destiné à la vérité , rien n'est peut-être plus glorieux pour luy que le charme que l'on éprouve , & quelquefois malgré soi , dans les plus seches & les plus épineuses recherches de l'Algebre.

Mais sans vouloir changer les idées communes , & sans avoir recours à des utilités qui peuvent paroître trop subtiles & trop raffinées, on peut convenir nettement que les Mathématiques & la Physique ont des endroits qui ne sont que curieux , & cela leur est commun avec les connoissances les plus généralement reconnues pour utiles , telle qu'est l'Histoire.

L'Histoire ne fournit pas dans toute son étendue , des Exemples de vertu, ny des regles de conduite. Hors de là, ce n'est qu'un spectacle de révolutions perpetuelles dans les affaires humaines , de naissances & de chutes d'Empires , de mœurs , de coutumes, d'opinions, qui se succedent incessamment ; enfin de tout ce mouvement rapide , quoiqu'insensible , qui emporte tout , & change continuellement la face de la terre.

Si nous voulons opposer curiosité à curiosité , nous trouverons qu'au lieu de ce mouvement qui agite les Nations , qui fait naître , & qui ren-

verse des Etats , la Physique considere ce grand & universel mouvement qui a arrangé toute la Nature , qui a suspendu les Corps celestes en différentes Spheres , qui allume & qui éteint des Etoiles , & qui en suivant toujours des loix invariables diversifie à l'infiny ses effets. Si la difference étonnante des mœurs & des opinions des Peuples est si agréable à considerer, on étudie aussi avec un extrême plaisir la prodigieuse diversité de la structure des différentes espèces d'animaux , par rapport à leurs différentes fonctions , aux élémens où ils vivent , aux climats qu'ils habitent , aux alimens qu'ils doivent prendre, &c. Les traits d'Histoire les plus curieux auront peine à l'être plus que les Phosphores , les Liqueurs froides qui en se mêlant produisent de la flâme, les Arbres d'argent, les Jeux presque magiques de l'Aiman, & une infinité de Secrets que l'Art a trouvés en observant de près , & en épiant la Nature. En un mot la Physique suit & démêle, autant qu'il est possible, les traces de l'intelligence & de la sagesse infinie qui a tout produit , au lieu que l'Histoire a pour objet les effets irreguliers des passions , & des caprices des hommes , & une suite d'évenemens si bizarres, que l'on a autrefois imaginé une Divinité aveugle & insensée pour lui en donner la direction.

Ce n'est pas une chose que l'on doit compter parmi les simples curiosités de la Physique, que les sublimes réflexions où elle nous conduit sur l'Auteur de l'Univers. Ce grand Ouvrage toujours



plus merveilleux à mesure qu'il est plus connu , nous donne une si grande idée de son Ouvrier , que nous en sentons notre esprit accablé d'admiration , & de respect. Sur tout l'Astronomie , & l'Anatomie sont les deux Sciences qui nous offrent le plus sensiblement deux grands caracteres du Créateur , l'une , son immensité , par les distances , la grandeur , & le nombre des Corps celestes ; l'autre , son intelligence infinie , par la Mécanique des Animaux. La Veritable Physique s'élève jusqu'à devenir une espèce de Théologie.

Les différentes vûes de l'esprit humain sont presque infinies , & la nature l'est véritablement. Ainsi l'on peut espérer chaque jour , soit en Mathématique , soit en Physique , des découvertes , qui seront d'une espèce nouvelle d'utilité , ou de curiosité. Rassemblés tous les differens usages dont les Mathématiques pouvoient être il y a cent ans , rien ne ressembloit aux Lunettes qu'elles nous ont données depuis ce tems-là , & qui sont un nouvel organe de la Vûe , que l'on n'eût pas osé attendre des mains de l'Art. Quelle eût été la surprise des Anciens , si on leur eût prédit qu'un jour leur posterité , par le moyen de quelques instrumens , verront une infinité d'objets qu'ils ne voyoient pas , un Ciel qui leur étoit inconnu , des Plantes & des Animaux , dont il ne soupçonnoient seulement pas la possibilité ? Les Physiciens avoient déjà un grand nombre d'expériences curieuses , mais voici encore depuis près d'un demi

fiècle la machine Pneumatique, qui en a produit une infinité d'une nature toute nouvelle, & qui en nous montrant les corps dans un lieu vuide d'air, nous les montrè comme transportés dans un Monde different du nôtre, où ils éprouvent des altérations dont nous n'avions pas d'idée. Peut-être l'excellence des Méthodes Géometriques que l'on invente ou que l'on perfectionne de jour en jour, fera-t-elle voir à la fin le bout de la Géometrie, c'est-à-dire, de l'Art de faire des découvertes en Géometrie, ce qui est tout; mais la Physique qui contemple un objet d'une variété & d'une fécondité sans bornes, trouvera toujours des observations à faire, & des occasions de s'enrichir, & aura l'avantage de n'être jamais une Science complete.

Tant de choses qui restent encore, & dont apparemment plusieurs resteront toujours à sçavoir, donnent lieu au découragement affecté de ceux qui ne veulent pas entrer dans les épines de la Physique. Souvent pour mépriser la science naturelle, on se jette dans l'admiration de la Nature, que l'on soutient absolument incompréhensible. La Nature cependant n'est jamais si admirable, ni si admirée que quand elle est connue. Il est vrai que ce que l'on sçait est peu de chose en comparaison de ce qu'on ne sçait pas; quelquefois même ce qu'on ne sçait pas est justement ce qu'il semble qu'on devrait le plutôt sçavoir. Par exemple; on ne sçait pas, du moins bien certainement, pourquoi une  
pierre

Pierre jettée en l'air retombe , mais on sçait avec certitude quelle est la cause de l'Arc-en-ciel , pourquoi il ne passe jamais une certaine hauteur , pourquoi la largeur en est toujours la même , pourquoi quand il y a deux Arc-en-ciels à la fois , les couleurs de l'un sont renversées à l'égard de celles de l'autre , &c. & cependant combien la chute d'une pierre dans l'air paroît-elle un Phenomene plus simple que l'Arc-en-ciel ? Mais enfin quoique l'on ne sçache pas tout , on n'ignore pas tout aussi ; quoique l'on ignore ce qui paroît plus simple , on ne laisse pas de sçavoir ce qui paroît plus compliqué ; & si nous devons craindre que notre vanité ne nous flate souvent de pouvoir parvenir à des connoissances qui ne sont pas faites pour nous , il est dangereux que notre paresse ne nous flate aussi quelquefois d'être condamnés à une plus grande ignorance que nous ne le sommes effectivement.

Il est permis de conter que les Sciences ne sont que de naître , soit parce que chés les Anciens elles ne pouvoient être encore qu'assés imparfaites , soit parce que nous en avons presque entierement perdu les traces pendant les longues tenebres de la Barbarie , soit parce qu'on ne s'est mis sur les bonnes voies que depuis environ un siecle. Si l'on examineroit historiquement le chemin qu'elles ont déjà fait , dans un si petit espace de tems , malgré les faux préjugés qu'elles ont eu à combattre de toutes parts , & qui leur ont long-tems résisté , quelquefois même malgré les obstacles étrangers.

de l'autorité & de la puissance, malgré le peu d'ardeur que l'on a eu pour des connoissances éloignées de l'usage commun, malgré le petit nombre de personnes qui se sont dévouées à ce travail, malgré la foiblesse des motifs qui les y ont engagées, on seroit étonné de la grandeur & de la rapidité du progrès des Sciences, on en verroit même de toutes nouvelles sortir du néant, & peut-être laisseroit on aller trop loin ses esperances pour l'avenir.

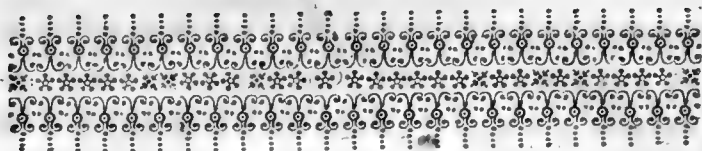
Plus nous avons lieu de nous promettre qu'il fera heureux, plus nous sommes obligés à ne regarder presentement les Sciences que comme étant au berceau, du moins la Physique. Aussi l'Académie n'en est-elle encore qu'à faire une ample provision d'observations & de faits bien averés, qui pourront être un jour les fondemens d'un Systeme, car il faut que la Physique systématique attende à élever des Edifices, que la Physique expérimentale soit en état de lui fournir les materiaux nécessaires.

Pour cet amas de materiaux, il n'y a que des Compagnies, & des Compagnies protégées par le Prince, qui puissent réussir à le faire, & à le préparer. Ny les lumieres, ny les soins, ny la vie, ny les facultés d'un Particulier ny suffiroient. Il faut un trop grand nombre d'expériences, il en faut de trop d'especes differentes, il faut trop répéter les mêmes, il les faut varier de trop de manieres, il faut les suivre trop long-tems avec un même esprit. La cause du moindre effet est presque tou-

jours enveloppée sous tant de plis & replis, qu'à moins qu'on ne les ait tous démêlez avec un extrême soin, on ne doit pas prétendre qu'elle vienne à se manifester.

Jusqu'à présent l'Académie des Sciences ne prend la Nature que par petites parcelles. Nul Systême général, de peur de tomber dans l'inconvenient des Systêmes précipités dont l'impatience de l'esprit humain ne s'accomode quetrop bien, & qui étant une fois établis, s'opposent aux verités qui surviennent. Aujourd'huy on s'assure d'un fait, demain d'un autre qui n'y a nul rapport. On ne laisse pas de hasarder des conjectures sur les causes, mais ce sont des conjectures. Ainsi le Recueil que l'Académie présente au Public n'est composé que de morceaux détachés, & indépendans les uns des autres, dont chaque Particulier, qui en est l'Auteur garantit les faits & les expériences, & dont l'Académie n'approuve les raisonnemens qu'avec toutes les restrictions d'un sage Pyrrhonisme. M O T A N

Le tems viendra peut-être que l'on joindra en un corps regulier ces membres épars, & s'ils sont tels qu'on les souhaite, ils s'assembleront en quelque sorte d'eux-mêmes. Plusieurs verités séparées, dès qu'elles sont en assés grand nombre, offrent si vivement à l'esprit leurs rapports, & leur mutuelle dépendance, qu'il semble qu'après avoir été détachées par une espece de violence les unes d'avec les autres, elles cherchent naturellement à se réunir.



# TABLE POUR L'HISTOIRE

Règlement ordonné par le Roy pour l'Académie Royale des Sciences,  
Page. 3.

---

## PHYSIQUE GENERALE.

<i>Sur la Lumiere &amp; sur les Couleurs.</i>	17.
<i>Comparaisons d'Observations faites en differens lieux sur le Barometre, sur les vents, &amp; sur la quantité des pluies</i>	20.
<i>Observations sur les singularitez de l'Histoire naturelle de France.</i>	23.

---

## PHYSIQUE PARTICULIERE.

### ANATOMIE

<i>De la Circulation du sang dans le Fœtus.</i>	25.
<i>Sur une nouvelle maniere de tailler de la pierre.</i>	30.
<i>Sur l'Histoire du Fœtus.</i>	31.
<i>Sur le cœur de la Tortue.</i>	34.
<i>Sur la structure extraordinaire du cœur d'un Fœtus humain.</i>	37.
<i>Sur les Injections Anatomiques.</i>	38.
<i>Sur les Insectes.</i>	39.
<i>Sur les Dents.</i>	41.
<i>Sur les Plumes des Oiseaux.</i>	43.
<i>Sur la Rage ou Hydrophobie.</i>	46.
<i>Sur le Scorbut.</i>	49.
<i>Diverses Observations Anatomiques.</i>	50.

# T A B L E

xxj

## C H I M I E.

<i>Mesure des Sels volatils acides contenus dans les Esprits acides.</i>	52.
<i>Sur la maniere de reconnoître le sublimé corrosif sophistiqué.</i>	54.
<i>Examen d'eaux minerales.</i>	55.
<i>Diverses Observations Chimiques.</i>	57.

## B O T A N I Q U E.

<i>Sur le Parallelisme de la touffe des Arbres avec le sol qu'elles ombragent.</i>	60.
<i>Sur les sels des Plantes.</i>	63.
<i>Observation Botanique.</i>	65.

## M A T H E M A T I Q U E.

### A L G E B R E E T G E O M E T R I E.

<i>Quadrature d'une infinité de segmens &amp; de secteurs de la Cycloïde.</i>	66.
<i>Methode pour trouver des Courbes, le long desquels un corps tombant, s'approche ou s'éloigne de l'Horison en telle raison des temps qu'on voudra.</i>	68.
<i>Sur les Equations du second &amp; du troisieme degré.</i>	70.
<i>Sur la Duplication du Cube.</i>	71.

## A S T R O N O M I E.

<i>Sur le retour des Cometes.</i>	72.
<i>Observations d'Eclipses.</i>	75.
<i>Observation de Jupiter.</i>	78.
<i>Observations d'une Etoile sur le disque de la Lune.</i>	ibid.
<i>Sur la Parallaxe annuelle de l'Etoile Polaire</i>	80.
<i>Sur des Parelies.</i>	81.

## G E O G R A P H I E.

<i>Positions de quelques Villes de la Chine.</i>	83.
<i>Positions de quelques Villes de Turquie &amp; d'Armenie</i>	85.

## O P T I Q U E.

<i>Sur la multiplication des Images par les verres plans.</i>	86.
---	-----

## DIOPTRIQUE.

*Effets des verres brulans de trois ou quatre pieds de diametre.* 90.

## MECHANIQUE.

<i>Pour la construction des Vaisseaux.</i>	95.
<i>Examen de la force de l'homme pour porter ou pour tirer.</i>	96.
<i>Sur les Clepsidres.</i>	99.
<i>Moyens de se servir du feu pour faire mouvoir les Machines.</i>	101.
<i>Sur les Frottemens des Machines.</i>	104.
<i>Sur la roideur des cordes que l'on employe dans les Machines.</i>	109.
<i>Sur la Vis.</i>	111.
<i>Sur un Niveau.</i>	112.
<i>Sur quelques Machines employées dans une nouvelle Navigation de la Seine.</i>	114.
<i>Sur une Machine faite pour éprouver la proportion de la chute des Corps</i>	116.
<i>Sur la Description des Arts.</i>	117.
<i>Machines ou inventions approuvées par l'Académie pendant l'année mil six cens quatre-vingt-dix-neuf.</i>	120.
<i>Eloge de Monsieur Bourdelin.</i>	122.





# T A B L E

## POUR LES MEMOIRES

<b>M</b> <i> Methode pour trouver des Courbes le long desquelles un corps tombant, s'approche ou s'éloigne de l'horison en telle raison des temps qu'on voudra, &amp; dans quelque hypothese de vitesses que ce soit, &amp;c. Par M. VARIGNON.</i>	Page 1.
<i>Observations de l'Eclipse de Lune arrivée le 15. Mars au soir 1699. Par M. CASSINI.</i>	13.
<i>Observation de la même Eclipsé, Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire</i>	18.
<i>Reflexions sur la lumiere &amp; les couleurs, la generation du feu, Par LE PERE MALEBRANCHE.</i>	22.
<i>Du retour des Cometes, Par M. CASSINI.</i>	36.
<i>Observation sur la quantité exacte des sels volatiles acides contenus dans les differens esprits acides, Par M. HOMBERG.</i>	44.
<i>Maniere Géometrique &amp; generale de faire des Clepsidres ou Horloges d'eau avec toute sortes de vases donnez, percez où l'on voudra, d'une petite ouverture quelconque par où l'eau s'écoule suivant quelque hypothese de vitesses que ce soit: &amp; reciproquement de trouver ces vases pour toutes sortes d'hypotheses de telles vitesses, &amp; des tems suivant lesquels se doivent regler les abaissemens de la surface de l'eau qui s'écoule, Par M. VARIGNON.</i>	51.
<i>Description d'une nouvelle maniere de porte d'Ecluse qu'on a pratiquée dans l'entreprise de la nouvelle Navigation de la Seine, Par M. DES BILLETES.</i>	63.
<i>Essais pour examiner les Sels des Plantes, Par M. HOMBERG.</i>	69.
<i>Explication de quelques effets singuliers qui arrivent aux verres plans, comme sont les glaces de Miroir, Par M. DE LA HIRE.</i>	75.
<i>Pour empêcher que l'humidité de l'air de la nuit ne s'attache au verre objectif des grandes Lunettes, Par M. DE LA HIRE.</i>	91.
<i>Rapport general des forces qu'il faut employer dans l'usage de la Vis, Par M. VARIGNON.</i>	ibid.
<i>Histoire des Tamarins, Par M. TOURNEFORT.</i>	96.
<i>Observations de trois nouvelles Taches de Jupiter, Par M. CASSINI.</i>	103.
<i>Methode facile pour trouver un solide rond qui étant mû dans un fluide en repos parallelement à son axe, rencontre moins de resistance que tout autre solide, qui ayant même longueur &amp; largeur, se meuve avec la même vitesse suivant la même direction, Par M. LE</i>	

MARQUIS DE L'HÔPITAL.	107.
Moyen de substituer commodement l'action du Feu, à la force des hommes & des chevaux pour mouvoir les machines, Par M. AMONTONS.	112.
Description du Niveau, DE M. COUPLET.	127.
Quadrature d'une infinité de segmens, de secteurs & d'autres espaces de la Roulette ou de la Cycloïde vulgaire, Par M. BERNOULLI. Professeur des Mathématiques à Groningue.	134.
Methode pour centrer les verres des Lunettes d'approche en les travaillant, Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.	139.
Methodes communes aux Equations du second & du troisieme degré pour en avoir la solution par une simple transformation de leur premier terme, faite à l'ordinaire, Par M. VARIGNON.	142.
Observations sur cette sorte d'Insectes qui s'appellent ordinairement Demoiselles, Par M. HOMBERG.	145.
Observation d'une Eclipe de l'œil du Taureau Aldebaram ou liliicum, Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.	151.
Examen de la force de l'Homme pour mouvoir des fardeaux, tant en levant, qu'en portant & en tirant, laquelle est considerée absolument & par comparaison à celle des Animaux qui portent & qui tirent comme les Chevaux, Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.	153.
Observation de l'Eclipe du Soleil du 23. Septembre 1699. Par M. CASSINI.	163.
Observation de la même Eclipe, Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.	164.
Essais sur les Injections Anatomiques, Par M. HOMBERG.	165.
Etranges effets du Scorbut arrivez à Paris en 1699. Par M. POUPART.	169.
Reflexions sur une Lettre de M. Flamsteed à M. Wallis touchant la Parallaxe annuelle de l'Etoile Polaire, Par M. CASSINI le fils.	177.
Deux manieres de Rouës à épuiser l'eau, Par M. DES BILLETES.	184.
De la resistance causée dans les Machines, tant par les frottemens des parties qui les composent, que par la roideur des cordes qu'on y employe, & la maniere de calculer l'un & l'autre, Par M. AMONTONS.	206.
Table de la résistance causée dans les machines, Par le même.	223.
Observations sur la Circulation du sang dans le Fœtus : Et Description du cœur de la Tortue & de quelques autres animaux, Par M. DU VERNEY.	227.
Reflexions sur l'Eclipe du 23. Septembre 1699. Par M. CASSINI.	274.



# HISTOIRE DE

## L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES

DEPUIS LE REGLEMENT FAIT EN M. DC. XCIX.

Année M. DC. XCIX.



L'ACADEMIE ROYALE des Sciences établie en 1666. avoit si bien répondu par ses travaux, & par ses découvertes aux intentions du Roy, que plusieurs années après son établissement, Sa Majesté voulut bien l'honorer d'une attention toute nouvelle, & lui donner une seconde nais-

sance, encore plus noble, &, pour ainsi dire, plus forte que la première.

Cette Académie avoit été formée, à la vérité, par les ordres du Roy, mais sans aucun acte émané de l'autorité Royale. L'amour des Sciences en faisoit presque seul toutes les loix : mais quoique le succès eût été heureux, il est certain que pour rendre cette Compagnie durable, & aussi utile qu'elle le pouvoit être, il falloit des règles plus précises, & plus sévères.

C'est ainsi qu'en jugea le Roy , lorsqu'après la dernière Guerre si glorieuse à S. M. il tourna particulièrement les yeux sur le dedans de son Royaume , pour y répandre de ses propres mains , & selon les vûes de sa sagesse , les fruits de la Paix.

L'Académie des Sciences ne lui parut pas un objet indigne de ses regards. Ses faveurs pour elle non interrompues pendant les plus grands besoins de l'Etat , avoient empêché les Sciences de s'appercevoir parmi nous du trouble qui agitoit toute l'Europe, il crut cependant n'avoir pas assez fait , parce qu'il pouvoit faire encore plus , & il conçut que ce qui n'avoit pas été endommagé par une si cruelle tempeste , devoit s'accroître & se fortifier dans le calme.

Il chargea Monsieur de Pontchartrain , alors Ministre & Secrétaire d'Etat , & depuis Chancelier de France, de donner à l'Académie des Sciences la forme la plus propre à en tirer toute l'utilité qu'on s'en pouvoit promettre.

M. de Pontchartrain qui en qualité de Secrétaire d'Etat , ayant le département de la Maison du Roy , étoit chargé du soin des Académies , avoit établi chef de cette Compagnie depuis quelques années M. l'Abbé Bignon son neveu, & par là il avoit fait aux Sciences une des plus grandes faveurs qu'elles ayent jamais reçues d'un Ministre.

M. L'Abbé Bignon , qui ayant long - temps présidé à l'Académie des Sciences , en connoissoit parfaitement la constitution , & avoit beaucoup pensé de lui-même aux moyens d'en faire quelque chose de plus grand , & de plus considérable , communiqua ses vûes à M. de Pontchartrain, qui de son côté voulut bien y joindre ces mêmes lumières qu'il employoit si utilement aux importantes affaires de l'Etat.

De là se forma une Compagnie presque toute nouvelle , pareille en quelque sorte à ces Républiques , dont le Plan a été conçu par les Sages , lorsqu'ils ont fait des Loix , en se donnant une liberté entière d'imaginer , & de ne suivre que les souhaits de leur raison.

Le nouveau Reglement pour l'Académie dressé par M. de Pontchartrain, fut approuvé par le Roy. L'affaire avoit été conduite avec assez de secret, & ce fut une surprise agreable pour la Compagnie, lorsque le 4. Février 1699. M. l'Abbé Bignon étant venu à l'Assemblée, y fit faire la lecture suivante.

---

# R E G L E M E N T

## ORDONNE' PAR LE ROY

### POUR L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES.

**L** E ROY voulant continuer à donner des marques de son affection à l'Académie Royale des Sciences, Sa Majesté a résolu le present Reglement, lequel Elle veut & entend être exactement observé,

#### I.

L'Académie Royale des Sciences demeurera toujours sous la protection du Roy, & recevra ses ordres par celui des Secretaires d'Estat, à qui il plaira à Sa Majesté d'en donner le soin.

#### II.

Ladite Académie sera toujours composée de quatre sortes d'Académiciens, les Honoraires, les Pensionnaires, les Associez, & les Eleves : la premiere classe composée de dix personnes, & les trois autres, chacune de vingt : & nul ne sera admis dans aucune de ces quatre classes, que par le choix ou l'agrement de Sa Majesté.

#### III.

Les Honoraires seront tous Regnicoles, & recommandables par leur intelligence dans les Mathématiques, ou dans la Physique ; desquels l'un sera Président ; & aucun d'eux ne pourra devenir Pensionnaire.

#### IV.

Les Pensionnaires seront tous établis à Paris ; trois Géo-

A ij

metres , trois Astronomes , trois Méchaniciens , trois Anatomistes , trois Chimistes , trois Botanistes , un Secrétaire , & un Trésorier. Et lorsqu'il arrivera que quelqu'un d'entre eux sera appelé à quelque Charge ou Commission demandant résidence hors de Paris , il sera pourveu à sa place , de même que si elle avoit vaqué par décès.

## V.

Les Associez seront en pareil nombre , douze desquels ne pourront être que Regnicoles , deux appliquez à la Géometrie , deux à l'Astronomie , deux aux Méchaniques , deux à l'Anatomie , deux à la Chimie , deux à la Botanique : les huites autres pourront être Estrangers , & s'appliquer à celles d'entre ces diverses Sciences pour lesquelles ils auront plus d'inclination & de talent.

## VI.

Les Eleves seront tous établis à Paris , chacun d'eux appliqué au genre de Science , dont fera profession l'Académicien Pensionnaire , auquel il sera attaché : & s'ils passent à des emplois demandant résidence hors de Paris , leurs places seront remplies , comme si elles étoient vacantes par mort.

## VII.

Pour remplir les places d'Honoraires , l'Assemblée élira à la pluralité des voix , un sujet qu'elle proposera à Sa Majesté pour avoir son agrément.

## VIII.

Pour remplir les places des Pensionnaires , l'Académie élira trois Sujets , desquels deux au moins seront Associez ou Eleves , & ils seront proposez à Sa Majesté , afin qu'il lui plaise en choisir un.

## IX.

Pour remplir les places d'Associez , l'Académie élira deux Sujets , desquels un au moins pourra être pris du nombre des Eleves ; & ils seront proposez à Sa Majesté , afin qu'il lui plaise en choisir un.

## X.

Pour remplir les places d'Eleves , chacun des Pensionnaires s'en-pourra choisir un qu'il présentera à la Compagnie , qui en

déliberera ; & s'il est agréé à la pluralité des voix , il sera proposé à Sa Majesté.

## XI.

Nul ne pourra être proposé à Sa Majesté , pour remplir aucune desdites places d'Académicien , s'il n'est de bonnes mœurs , & de probité reconnuë.

## XII.

Nul ne pourra être proposé de même , s'il est Régulier , attaché à quelque Ordre de Religion ; si ce n'est pour remplir quelque place d'Académicien Honoraire.

## XIII.

Nul ne pourra être proposé à Sa Majesté , pour les places de Pensionnaire , ou d'Associé , s'il n'est connu par quelque Ouvrage considérable imprimé , par quelques Cours fait avec éclat , par quelque Machine de son invention , ou par quelque Découverte particulière.

## XIV.

Nul ne pourra être proposé pour les places de Pensionnaire , ou d'Associé , qu'il n'ait au moins vingt-cinq ans.

## XV.

Nul ne pourra être proposé pour les places d'Elève , qu'il n'ait vingt ans au moins.

## XVI.

Les Assemblées ordinaires de l'Académie se tiendront à la Bibliothèque du Roy , les Mercredis & les Samedis de chaque semaine ; & lorsqu'esdits jours il se rencontrera quelque Feste , l'Assemblée se tiendra le jour précédent.

## XVII.

Les Séances desdites Assemblées seront au moins de deux heures ; sçavoir , depuis trois jusqu'à cinq.

## XVIII.

Les vacances de l'Académie commenceront au huitième de Septembre , & finiront le onzième de Novembre , & elle vacquera en outre pendant la quinzaine de Pâques , la semaine de la Pentecôte , & depuis Noël jusqu'aux Rois.

## XIX.

Les Académiciens seront assidus à tous les jours d'Assemblée ;

*Et nul des Pensionnaires ne pourra s'absenter plus de deux mois pour ses affaires particulieres, hors le temps des Vacances, sans un congé exprès de Sa Majesté.*

## XX.

*L'experience ayant fait connoître trop d'inconveniens dans les Ouvrages auxquels toute l'Académie pourroit travailler en commun, chacun des Académiciens choisira plutôt quelque objet particulier de ses études, & par le compte qu'il en rendra dans les Assemblées, il tâchera d'enrichir de ses lumieres tous ceux qui composent l'Académie, & de profiter de leurs remarques.*

## XXI.

*Au commencement de chaque année, chaque Académicien Pensionnaire sera obligé de déclarer par écrit à la Compagnie le principal Ouvrage auquel il se proposera de travailler : & les autres Académiciens seront invitez à donner une semblable déclaration de leurs desseins.*

## XXII.

*Quoique chaque Académicien soit obligé de s'appliquer principalement à ce qui concerne la science particuliere à laquelle il s'est adonné, tous néanmoins seront exhortez à étendre leurs recherches sur tout ce qui peut être d'utile ou de curieux dans les diverses parties des Mathématiques, dans la differente conduite des Arts, & dans tout ce qui peut regarder quelque point de l'Histoire Naturelle, ou appartenir en quelque maniere à la Physique.*

## XXIII.

*Dans chaque Assemblée, il y aura du moins deux Académiciens Pensionnaires obligez à tour de rôle d'apporter quelques observations sur leur Science. Pour les Associez, ils auront toujours la liberté de proposer de même leurs observations, & chacun de ceux qui seront presens, tant Honoraires que Pensionnaires, ou Associez, pourront selon l'ordre de leur Science, faire leurs remarques sur ce qui aura été proposé : mais les Eleves ne parleront que lorsqu'ils y seront invitez par le Président.*

## XXIV.

*Toutes les observations que les Académiciens apporteront aux Assemblées, seront par eux laissées le jour même par écrit en-*



tre les mains du Secrétaire, pour y avoir recours dans l'occasion.

## XXV.

Toutes les Experiences qui seront rapportées par quelque Académicien, seront vérifiées par lui dans les Assemblées, s'il est possible, ou du moins elle le seront en particulier en présence de quelques Académiciens.

## XXVI.

L'Académie veillera exactement à ce que dans les occasions où quelques Académiciens seront d'opinions différentes, ils n'employent aucuns termes de mépris ni d'aigreur l'un contre l'autre, soit dans leurs discours, soit dans leurs écrits; & lors même qu'ils combatteront les sentimens de quelques Sçavans que ce puisse être, l'Académie les exhortera à n'en parler qu'avec ménagement.

## XXVII.

L'Académie aura soin d'entretenir commerce avec les divers Sçavans, soit de Paris & des Provinces du Royaume, soit même des Pays étrangers, afin d'être promptement informée de ce qui s'y passera de curieux pour les Mathématiques, ou pour la Physique; & dans les élections pour remplir des places d'Académiciens, elle donnera beaucoup de préférence aux Sçavans qui auront été les plus exacts à cette espece de commerce.

## XXVIII.

L'Académie chargera quelqu'un des Académiciens de lire les Ouvrages importans de Physique ou de Mathématique qui paraîtront, soit en France, soit ailleurs; & celui qu'elle aura chargé de cette lecture, en fera son rapport à la Compagnie sans en faire la critique, en marquant seulement s'il y a des vûes dont on puisse profiter.

## XXIX.

L'Académie fera de nouveau les Experiences considerables qui se seront faites par tout ailleurs, & marquera dans ses Registres la conformité ou la difference des siennes à celles dont il étoit question.

## XXX.

L'Académie examinera les Ouvrages que les Académiciens

se proposeront de faire imprimer : elle n'y donnera son approbation qu'après une lecture entiere faite dans les Assemblées , ou du moins qu'après un examen & rapport fait par ceux que la Compagnie aura commis à cet examen : & nul des Académiciens ne pourra mettre aux Ouvrages qu'il fera imprimer le titre d'Académicien , s'ils n'ont été ainsi approuvez par l'Académie.

## XXXI.

L'Académie examinera , si le Roy l'ordonne , toutes les machines pour lesquelles on sollicitera des Privileges auprès de Sa Majesté. Elle certifiera si elles sont nouvelles & utiles : & les Inventeurs de celles qui seront approuvées , seront tenus de lui en laisser un modele.

## XXXII.

Les Académiciens Honoraires , Pensionnaires & Associez auront voix déliborative , lorsqu'il ne s'agira que de Science.

## XXXIII.

Les seuls Académiciens Honoraires & Pensionnaires auront voix déliborative lorsqu'il s'agira d'élections ou d'affaires concernant l'Académie : & lesdites délibérations se feront par scrutin.

## XXXIV.

Ceux qui ne seront point de l'Académie ne pourront assister ni être admis aux Assemblées ordinaires , si ce n'est quand ils y seront conduits par le Secretaire pour y proposer quelques Découvertes ou quelques Machines nouvelles.

## XXXV.

Toutes personnes auront entrée aux Assemblées publiques qui se tiendront deux fois chaque année , l'une le premier jour d'après la Saint Martin , & l'autre le premier jour d'après Pâques.

## XXXVI.

Le Président sera au haut bout de la table avec les Honoraires : Les Académiciens Pensionnaires seront aux deux côtés de la table ; les Associez au bas bout , & les Eleves chacun derriere l'Académicien duquel ils seront Eleves.

## XXXVII.

## XXXVII.

Le Président sera très-attentif à ce que le bon ordre soit fidèlement observé dans chaque Assemblée, & dans ce qui concerne l'Académie; il en rendra un compte exact à Sa Majesté, ou au Secrétaire d'Etat à qui le Roy aura donné le soin de ladite Académie.

## XXXVIII.

Dans toutes les Assemblées le Président fera délibérer sur les différentes matières, prendra les avis de ceux qui ont voix dans la Compagnie, selon l'ordre de leur séance, & prononcera les résolutions à la pluralité des voix.

## XXXIX.

Le Président sera nommé par Sa Majesté au premier Janvier de chaque année: mais quoique chaque année il ait ainsi besoin d'une nouvelle nomination, il pourra estre continué tant qu'il plaira à sa Majesté; & comme par indisposition ou par la nécessité de ses affaires, il pourroit arriver qu'il manqueroit à quelque Assemblée, Sa Majesté nommera en même temps un autre Académicien pour présider en l'absence dudit Président.

## XL.

Le Secrétaire sera exact à recueillir en substance tout ce qui aura été proposé, agité, examiné, & résolu dans la Compagnie, & l'écrire sur son Registre par rapport à chaque jour d'Assemblée, & à y insérer les Traitez dont aura été fait lecture. Il signera tous les Actes qui en seront délivrez, soit à ceux de la Compagnie, soit à autres qui auront intérêt d'en avoir: & à la fin de Decembre de chaque année, il donnera au public un Extrait de ses Registres, ou une Histoire raisonnée de ce qui se sera fait de plus remarquable dans l'Académie.

## XLI.

Les Registres, Titres, & Papiers concernant l'Académie, demeureront toujours entre les mains du Secrétaire, à qui ils seront incessamment remis par un nouvel Inventaire que le Président en dressera: & au mois de Decembre de chaque année, ledit Inventaire sera par le Président recolé & augmenté de ce qui s'y trouvera avoir été ajouté durant toute l'année.

## XLII.

Le Secretaire sera perpetuel ; & lorsque par maladie ou par autre raison considerable, il ne pourra venir à l'Assemblée, il y commettra tel d'entre les Académiciens qu'il jugera à propos pour tenir en sa place le Registre.

## XLIII.

Le Tresorier aura en sa garde tous les livres, meubles, instrumens, machines, ou autres curiositez appartenant à l'Académie : lorsqu'il entrera en charge, le President les lui remettra par inventaire ; & au mois de Decembre de chaque année, ledit President recolera ledit inventaire pour l'augmenter de ce qui aura été ajouté durant toute l'année.

## XLIV.

Lorsque des Sçavans demanderont à voir quelqu'une des choses commises à la garde du Tresorier, il aura soin de les leur montrer : mais il ne pourra les laisser transporter hors des salles où elles seront gardées, sans un ordre par écrit de l'Académie.

## XLV.

Le Tresorier sera perpetuel : & quand par quelque empêchement legitime, il ne pourra satisfaire à tous les devoirs de sa fonction, il nommera quelque Académicien pour y satisfaire.

## XLVI.

Pour faciliter l'impression des divers Ouvrages que pourront composer les Académiciens, Sa Majesté permet à l'Académie de se choisir un Libraire, auquel en conséquence de ce choix, le Roy fera expedier les Privileges necessaires pour imprimer & distribuer les Ouvrages des Académiciens que l'Académie aura approuvez.

## XLVII.

Pour encourager les Académiciens à la continuation de leurs travaux, Sa Majesté continuera à leur faire payer les pensions ordinaires, & même des gratifications extraordinaires suivant le merite de leurs ouvrages.

## XLVIII.

Pour aider les Académiciens dans leurs études, & leur fa-

ciliter les moyens de perfectionner leur Science, le Roy continuera de fournir aux frais nécessaires pour les diverses expériences & recherches que chaque Académicien pourra faire.

## XLIX.

Pour recompenser l'assiduité aux Assemblées de l'Académie, Sa Majesté fera distribuer à chaque Assemblée quarante jettons à tous ceux d'entre les Académiciens Pensionnaires qui seront presens.

## L.

Veut Sa Majesté que le present Reglement soit lu dans la prochaine Assemblée, & inseré dans les Registres, pour être exactement observé suivant sa forme & teneur; & s'il arrivoit qu'aucun Académicien y contrevînt en quelque partie, Sa Majesté en ordonnera la punition suivant l'exigence du cas. Fait à Versailles le vingt-sixième de Janvier mil six cens quatre-vingt-dix-neuf. Signé, LOUIS. Et plus bas, PHELYPEAUX.

EN vertu de ce Reglement, l'Académie des Sciences devient un Corps établi en forme par l'autorité Royale, ce qu'elle n'étoit pas auparavant.

C'est un Corps beaucoup plus nombreux, & qui embrasse sous differens titres toutes les personnes les plus illustres dans les Sciences, ou même les plus propres à le devenir.

Il embrasse, non seulement les plus celebres Sçavans des Provinces de France, mais même ceux des autres Païs.

Il contient en lui-même dequoi se réparer continuellement, & ceux qui en peuvent devenir les principaux membres, commenceront de bonne heure à s'y former.

En même-temps, il ne laisse pas d'être toujours ouvert au mérite étranger.

Il a des correspondances dans tous les lieux, où il y a des Sciences, & il attire à lui les premieres nouvelles, & les premiers fruits de la plupart des découvertes, qui se feront au dehors.

Les differentes manieres d'entrer dans ce Corps sont

proportionnées aux différentes vûes qui peuvent faire désirer d'y entrer, & aux différentes classes d'Académiciens.

Les Académiciens sont plus fortement que jamais engagés au travail, & même à l'assiduité.

L'Académie se fait plus connoître du Public, les matieres qu'elle traite sont moins renfermées chez elle, & le goût, le fruit, & l'esprit des Sciences peuvent se communiquer au dehors avec plus de facilité.

Après que le Reglement eut été lû dans l'Assemblée, M. l'Abbé Bignon y fit lire cette Lettre de Monsieur de Pontchartrain.

**M** O N S I E U R,

*En conséquence du Reglement pour l'Académie Royale des Sciences ordonné par le Roy le 26. de ce mois; j'ai fait lecture à Sa Majesté des Académiciens qui la composent presentement : Sçavoir, Vous, Monsieur, Monsieur le Marquis de l'Hôpital, le Pere Sebastien Truchet Religieux Carme, Monsieur Renaud Capitaine de Vaisseau, M. de Mallefieu, le Pere Malebranche, le Pere Gouze Académiciens Honoraires; le sieur Abbé Gallois Géometre, le sieur Rolle Géometre, le sieur Varignon Géometre, le sieur Cassini Astronome, le sieur de la Hire Astronome, le sieur le Fevre Astronome, le sieur Filleau des Billettes Mechanicien, le sieur Faugeon Mechanicien, le sieur Dalefme Mechanicien, le sieur du Hamel Anatomiste, le sieur du Verney Anatomiste, le sieur Méry Anatomiste, le sieur Bourdelin Chimiste, le sieur Homberg Chimiste, le sieur Boulduc Chimiste, le sieur Dodart Botaniste, le sieur Marchand Botaniste, le sieur Tournéfort Botaniste, le sieur de Fontenelle Secrétaire, le sieur Couplet Tresorier, Académiciens Pensionnaires, le sieur Leibnits étranger, le sieur de Tschirnhausen étranger, le sieur Guillelmini étranger, le sieur Maraldi Géometre, le sieur Regis Géometre; le sieur Cassini fils Astronome, le sieur de la Hire fils Astronome, le sieur Chazelles Mechanicien, le sieur de Lagni Mechanicien, le sieur Taurvy Anatomiste, le sieur Bourdelin fils Ana-*

tomiste , le sieur de Langlade Chimiste , le sieur Lemery Chimiste , le sieur Morin de St. Victor Botaniste , le sieur Morin de Toulon Botaniste , Académiciens Associez ; sous le sieur Varignon , le sieur Carré Eleve , sous le sieur Cassini Astronome , le sieur Monti Eleve , sous le sieur Homberg , le sieur Geoffroy Eleve , sous le sieur Couplet , le sieur Couplet fils Eleve. Sa Majesté a marqué une satisfaction particuliere du merite & de l'application de chacun d'eux , & les a de nouveau , en tant que besoin seroit agréés & choisis pour les places qu'ils occupent : il est cependant à observer , que le sieur Dodart n'est agréé que par une consideration toute singuliere , car son employ de Medecin de Madame la Princesse de Conty Douairiere l'obligeant à résider hors de Paris auprès de cette Princesse , il ne pourroit estre au rang des Académiciens Pensionnaires , suivant l'article quatre du Reglement ; & le Roy ne le conserve en ce rang , qu'à raison de son extreme ancienneté dans l'Académie , & sans qu'un pareil exemple puisse dans la suite être jamais tiré à conséquence. Sa Majesté au surplus m'a commandé de vous faire sçavoir , que son intention est que vous fassiez incessamment proceder à l'Election de sujets dignes des autres places qui restent à remplir pour faire le nombre porté par ledit Reglement.

Je suis ,

MONSIEUR ,

A Versailles le 28.  
Janvier 1699.

Votre très-humble & très-  
affectionné serviteur,  
PONTCHARTRAIN.

Comme par cette Lettre , le Roi nommoit plusieurs Académiciens nouveaux , on vit à l'Assemblée suivante , une agréable confusion à laquelle on n'étoit pas accoutumé. Car & les anciens Académiciens , dont quelques-uns n'étoient pas fort assidus , ne manquerent pas de s'y trouver , & les nouveaux vinrent prendre leurs places , ce qui faisoit

beaucoup de monde pour une des plus petites chambres de la Bibliotheque du Roy , où l'on s'assembloit. Ce désordre cessa bien-tôt , M. l'Abbé Bignon marqua à chacun une place fixe , & il se trouva , car peut-être n'est-il pas hors de propos de rapporter les plus petites choses , sur tout parce qu'en fait de Compagnies elles peuvent devenir importantes ; il se trouva que les Sçavans de differente espece , un Géometre , par exemple , & un Anatomiste furent voisins , & comme ils ne parlent pas la même langue , les conversations particulieres en furent moins à craindre.

Dans cette Assemblée, qui fut la premiere de la nouvelle Académie , le premier soin fut celui de la reconnoissance que l'on devoit à Monsieur de Pontchartrain. Il fut résolu unanimement que la Compagnie en Corps , présidée par M. l'Abbé Bignon , iroit le remercier très-humblement du Reglement qu'il avoit eu la bonté d'obtenir du Roy , & lui demander la continuation de sa protection. Ce Ministre engagea encore la Compagnie à une nouvelle reconnoissance par la maniere dont il la reçut. Quand elle s'en alla , il lui fit l'honneur de la reconduire jusqu'à sa cour , & de ne point rentrer dans son appartement qu'elle n'en fût entièrement sortie.

Quelques jours après, on résolut que l'Académie iroit par Deputez remercier aussi M. l'Abbé Bignon de la part qu'il avoit eue au nouveau Reglement , & des extrêmes obligations qu'on lui avoit depuis long-temps. On prit pour proposer , & pour regler cette deputation un jour qu'heureusement M. l'Abbé Bignon n'étoit pas à l'Assemblée , & l'on jugea nécessaire d'arrêter que le secret seroit inviolablement gardé jusqu'à l'exécution.

Il y eut d'abord quelques séances qui se passerent uniquement à se mettre dans la nouvelle forme que le Reglement prescrivoit.

On commença par remplir de la maniere que ce Reglement l'ordonnoit , les places d'Honoraires , d'Associez , & d'Elevés, qui se trouvoient encore vuides. Les nouveaux Honoraires proposez par l'Académie , & ensuite agréés par le



Roy, furent selon l'ordre du tems de leur nomination. M. Fagon, premier Medecin de Sa Majesté, M, l'Abbé de Louvois, & M. de Vauban. Les nouveaux Associez furent selon le même ordre, M. Hartsoëker, Messieurs Bernoulli freres, M. Newton, M. Viviani étrangers. Les nouveaux Eleves furent M. Burlet Docteur en Medecine, sous M. Dodart, M. Berger Bachelier en Medecine, sous M. Tournefort, M. Boulduc fils, sous M. Boulduc, M. Tuillier Bachelier en Medecine, sous M. Bourdelin, M. Chevalier, sous M. l'Abbé Galois, M. Littre Docteur en Medecine, sous M. du Hamel, M. Poupart, sous M. Méry, M. Simon de Valhebert, sous le Secretaire, M. Parent, sous M. des Billetes, M. de Senne, sous M. Jaugeon, M. Reneaume Bachelier en Medecine, sous M. Marchand, M. Amontons, sous M. le Fevre, M. du Torar, sous M. Rolle, M. Lieutaud, sous M. de la Hire, M. du Verney, sous M. de Verney son frere, M. de Beauvilliers, sous M. Daleme. M. Sauveur qui étoit de l'Académie depuis plusieurs années, continua d'en être en qualité de Veteran.

On travailla ensuite à trouver un Sceau & une Devise pour la Compagnie.

Le Sceau fut un Soleil, symbole du Roy, & des Sciences, entre trois Fleurs de Lis, & la Devise une Minerve environnée des instrumens des Sciences, & des Arts, avec ces mots latins, *invenit & perficit.*

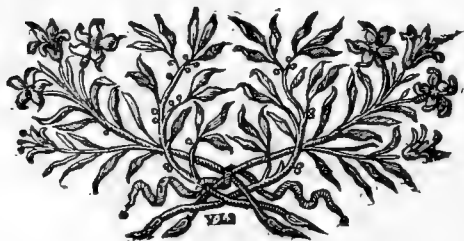
Mais entre toutes ces séances, où il ne fut question que de préliminaires, la plus remarquable fut celle, où tous les Académiciens Pensionnaires déclarerent par écrit quel étoit l'Ouvrage auquel ils travailleroient, & en quel temps ils esperoient l'avoir fini. Ce fut une espece de vœu qu'ils firent à cette nouvelle naissance de la Compagnie, & la plupart des Associez & des Eleves en firent autant, quoiqu'ils n'y fussent pas obligez. Quelques Académiciens ont déjà satisfait à leur engagement, & leurs Ouvrages ont paru.

Tous les Académiciens présens nommerent aussi les différentes personnes avec qui ils seroient en commerce sur les matieres de Sciences, soit dans les Provinces, soit dans

les Pays étrangers , & le Secrétaire expédia de la part de la Compagnie des Lettres à tous ces Correspondans , pour les prier d'entretenir ce commerce avec regularité.

On s'appercevoit aisément que ces préliminaires , quoiqu'indispensables , paroissent languissans à la Compagnie , impatiente d'en venir à un travail sérieux. Elle y vint enfin , & désormais son Histoire ne roule plus que sur des observations , & des raisonnemens proposez dans les Assemblées.

Il reste cependant encore un fait , que la reconnoissance , & même la gloire de l'Académie rendent absolument nécessaire dans son Histoire. C'est une nouvelle grace qu'elle reçut du Roy. Il lui donna un logement spacieux & magnifique dans le Louvre , au lieu de la petite chambre serrée qu'elle occupoit dans la Bibliotheque ; & la premiere Assemblée d'après Pâques , qui selon le Reglement donné en Février , fut publique , se tint dans ce nouveau logement.





# PHYSIQUE.

## PHYSIQUE GENERALE

### SUR LA LUMIERE ET LES COULEURS.

**L**A Philosophie a entierement secoué le joug de l'autorité, & les plus grands Philosophes ne persuadent plus que par leurs raisons. Quelque ingenieux que soit le Systeme de M. Descartes sur la Lumiere, le P. Mallebranche l'a abandonné, pour en établir un nouveau, formé sur le modelle du systeme du Son, & cette analogie même peut passer pour un caractere de vérité auprès de ceux qui savent combien la Nature est uniforme sur les principes generaux.

Voyez les  
Memoires  
P. 22.

On convient que le son est causé par les frémissemens, ou vibrations des parties insensibles du corps sonore. Les vibrations plus grandes ou plus petites, c'est-à-dire, qui parcourent de plus grands, ou de plus petits arcs d'un même cercle, se font sensiblement en des temps égaux, & les sons qu'elles produisent ne peuvent differer que par être plus forts, ou plus foibles; plus forts, s'ils sont causés par des vibrations plus grandes; plus foibles, s'ils sont causés par de plus petites vibrations. Mais supposé qu'il se fasse en même temps un plus grand nombre de vibrations dans un corps sonore, que dans un autre, celles qui se font en plus grand nombre, étant plus serrées, & pour ainsi dire, plus vives, deviennent d'une espee differente des autres. Ainsi les sons different aussi d'espee, & c'est ce qu'on appelle les tons. Les vibrations plus promptes forment les

tons aigus , & celles qui sont plus lentes , les tons graves.

Cette idée , reçûe de tous les Philosophes , s'applique aisément à la lumière , & aux couleurs. Toutes les petites parties d'un corps lumineux sont dans un mouvement très-rapide , qui d'instant en instant comprime par des secousses très-prestes toute la matiere subtile qui va jusqu'à l'œil , & lui cause , selon le P. Mallebranche , des vibrations de pression. Quand les vibrations sont plus grandes , le corps paroît plus lumineux , ou plus éclairé ; selon qu'elles sont plus promptes ou plus lentes , il est de telle , ou de telle couleur ; & delà vient que le degré de la lumière ne change pas ordinairement l'espece des couleurs , & qu'elles paroissent les mêmes , à un plus grand , ou à un plus petit jour , quoique plus ou moins éclatantes.

Comme les vibrations qui se font dans un même temps , & qui different en nombre , peuvent differer selon tous les rapports imaginables de nombres , il est aisé de voir que de cette diversité infinie de rapports , doit naître celle des couleurs , & que des couleurs plus differentes naissent aussi des rapports plus differens , & plus éloignés de l'égalité. Par exemple , si un corps coloré fait quatre vibrations de pression sur la matiere subtile , tandis qu'un autre en fait deux , il en differera plus en couleur que s'il ne faisoit que trois vibrations.

On a déterminé dans la Musique tous les rapports de nombres qui sont les differens tons , mais il n'y a pas lieu d'esperer qu'on en puisse faire autant à l'égard des couleurs.

On sçait seulement par experience , que si après avoir regardé pendant quelque temps le Soleil , ou quelque autre objet fort éclairé , on vient à fermer l'œil , on voit d'abord du blanc , ensuite du jaune , du rouge , du bleu , enfin du noir , d'où l'on peut légitimement conclure , supposé que cet ordre soit toujours le même , que les couleurs qui paroissent les premières sont causées par des vibrations plus promptes , puisque le mouvement imprimé sur la retine par l'objet lumineux va toujours en diminuant.

A cette occasion, M. Homberg rapporta dans l'Académie une expérience qu'il avoit faite sur l'ordre & la succession des différentes couleurs.

Il prit un verre bien brut des deux côtés, & par conséquent peu transparent, & l'ayant placé dans une ouverture par où passoit toute la lumière qu'il recevoit, il ne voyoit au travers de ce verre que les objets blancs qui étoient au delà, & nullement ceux de toute autre couleur. Ayant un peu poli le verre, il vit mieux le blanc, & commença à voir le jaune, & à mesure qu'il le polissoit davantage, les différentes couleurs commençoient à se découvrir dans cet ordre, jaune, vert, rouge, bleu, noir.

Dans le Systeme de M. Descartes, la lumière se transmet par les globules du second élément, que pousse en ligne droite la matière subtile du corps lumineux; & ce qui forme les couleurs, c'est que les globules outre leur mouvement direct, sont déterminés à tourner, & selon la différente combinaison du mouvement direct, & du circulaire, ce sont différentes couleurs.

Mais comme dans ce même Systeme ces globules doivent être durs, le moyen qu'un même globule puisse avoir à la fois des tournoyemens de différente espece? C'est cependant ce qui seroit absolument nécessaire, afin que différens rayons, & qui portent à l'œil différentes couleurs se croissent en un seul point sans se confondre, & sans se détruire, ainsi que l'expérience nous apprend qu'ils le font à chaque moment.

C'est pour cela que le P. Mallebranche substitué à la place de ces globules durs, de petits tourbillons de matière subtile, très-capables de compression, & propres à recevoir en même temps dans leurs différentes parties des compressions différentes; car quelques petits qu'on les imagine ils ont des parties, la matière est divisible à l'infini, & la plus petite sphère peut correspondre à tous les points d'une si grande qu'on voudra.

## COMPARAISONS

*D'observations faites en differens lieux sur le Barometre , sur les Vents , & sur la quantité des Pluyes.*

ON croiroit qu'il est assez inutile de tenir un Registre exact du vent qui souffle chaque jour , de sa force , & de sa durée, de la quantité de pluye qui tombe, & de l'état où est le Barometre. Cependant les changemens qui arrivent dans toute cette grande masse de l'air, paroissent peut-être encore plus bizarres qu'il ne sont , faute d'observateurs qui s'y soient assez long-temps & assez soigneusement appliquez pour y découvrir de la régularité ; & s'il est possible qu'il y en ait quelqu'une, on ne s'en apercevra que par une longue suite d'observations , & par plusieurs comparaisons d'observations faites en differens lieux. Qui sçait , par exemple , s'il n'y a point quelques compensations, ou quelques échanges de beau & de mauvais temps , entre différentes parties de la Terre ? Les Matelots sçavent déjà quelquefois prédire les vents & les tempestes , sur des signes qui ne sont apparemment que ce qu'il y a de plus visible en cette matière , & ce qui demande le moins de recherches difficiles. Enfin il est toujours à présumer que plus on observera , plus on découvrira.

M. Maraldi ayant vu les Observations que M. William Derham a faites sur le Barometre , & sur les vents à Upminster en Angleterre, pendant les années 1697. & 1698. les compara avec celles qui ont été faites à l'Observatoire pendant ces deux mêmes années , & voici le resultat de la comparaison.

Quoiqu'il regne le plus souvent differens vents à Paris & à Upminster , il y a un grand nombre de jours pendant les différentes saisons de l'année , où les vents ont été les mêmes en ces deux Villes. Lorsque le vent a été le même

de part & d'autre , il a été ordinairement un des plus grands , & de quelque durée. Il a aussi quelquefois varié de même.

On trouve aussi quelque conformité dans la constitution de l'air , & il s'est rencontré souvent qu'il a plu , qu'il a negé , ou qu'il a fait beau-temps en ces deux Villes dans les mêmes jours.

Il y a un grand accord entre la variation de la hauteur du Barometre observée à Paris , & à Upminster. On trouve presque toujours qu'il hausse ou baisse à Paris , lorsqu'il hausse ou baisse à Upminster , quoique ces variations ne soient pas toujours égales. En chaque mois les jours que le Mercure a été le plus haut , ou le plus bas , ont été les mêmes à Paris , & à Upminster ; mais d'ordinaire quand il a été le plus bas , il l'a été plus de trois ou quatre lignes à Paris qu'à Upminster , la mesure d'Angleterre étant réduite à celle de Paris.

Il paroît par les observations :

1. Que le Mercure hausse quelquefois , lorsqu'il fait vent de Nord , de Nordest , & de Nordouest , & qu'il baisse par un vent de Sud , Sudest & Sudouest. Cependant il n'a pas laissé de hausser & baisser en même-tems en ces deux Villes , quoiqu'il ait fait souvent des vents differens , quelquefois même opposez.

2. En ces deux dernieres années lorsque le Mercure a été le plus bas de part & d'autre il est tombé de la nege ; il a aussi quelquefois negé sans que le Mercure soit baissé plus qu'à l'ordinaire.

3. Lorsque le Mercure s'est élevé , il a fait souvent beau tems , & il a baissé lorsqu'il a fait un tems de pluye ; souvent aussi il a fait beau tems que le Mercure étoit bas , & un tems couvert , que le Mercure étoit haut.

4. Lorsque le Mercure a baissé en même-temps dans les deux Villes , & qu'il a plu dans l'une , & fait beau tems dans l'autre , le Mercure a souvent plus baissé à proportion dans celle où il a plu. De même lorsqu'il s'est élevé en même-temps dans les deux Villes , il est monté plus haut

à proportion dans celle où il a fait beau temps.

Il paroît enfin que le mercure a haussé dans l'une, quand il a haussé dans l'autre, & qu'il a baissé de même, soit que dans ces deux lieux le vent & le temps ayent été les mêmes, soit qu'ils ayent été differens.

M. de Vauban ayant envoyé à l'Académie un memoire de la quantité d'eau de pluye qui est tombée dans la Citadelle de l'Isle pendant dix années, depuis 1685. jusqu'en 1694. M. de la Hire a comparé les six dernieres années de l'Observation de l'Isle avec les mêmes années qu'il a observées très exactement à Paris.

ANNEES.	A L'ISLE.		A PARIS.	
	Pouces.	Lignes.	Pouces	Lignes.
1689.....	18.	9.....	18.	11 $\frac{1}{2}$ .
1690.....	24.	8 $\frac{1}{2}$ .....	23.	3 $\frac{1}{4}$ .
1691.....	15.	2.....	14.	5 $\frac{1}{4}$ .
1692.....	25.	4 $\frac{1}{2}$ .....	22.	7 $\frac{1}{2}$ .
1693.....	30.	3 $\frac{1}{2}$ .....	22.	8.
1694.....	19.	3.....	19.	9.
<hr/>				
6. années.....	133.	6 $\frac{1}{2}$ .....	121.	9.

Par la comparaison de ces six années, on voit en general qu'il pleut un peu plus à l'Isle qu'à Paris, & que la moyenne année à l'Isle sera de 22. pouces, 3. lignes, & à Paris de 20. pouces, 3. lignes $\frac{1}{2}$ .

Mais M. de la Hire a trouvé pendant l'année 1695. 19. pouces 7. lignes $\frac{3}{4}$  en 1696. 19. pouces 5. lignes $\frac{1}{4}$  en 1697. 20. pouces 3. lignes, en 1698. 21. pouces 9. lignes; & prenant une année moyenne pour ces dix années, il se trouve 20. pouces 3. lignes $\frac{1}{2}$  pour chacune comme pour les six premieres, au lieu qu'à l'Isle les 6. dernieres donnent la moyenne de 22. pouces 3. lignes, & les 10. ensemble la donnent de 23. pouces 3. lignes.



## OBSERVATIONS

*Sur les singularités de l'Histoire Naturelle de la France.*

**T**ous les Pays ont leurs merveilles, ou se vantent d'en avoir, car ces merveilles approfondies disparaissent le plus souvent. L'Académie qui avoit dessein d'examiner celles de la France, commença par le Dauphiné, & par une Fontaine brûlante fort fameuse, qui est dans cette Province à quatre heures de chemin de Grenoble.

Saint Augustin en a parlé, & paroît l'avoir traitée de merveille surnaturelle. Mais comme il est bon de s'assurer exactement des faits, & de ne pas chercher la raison de ce qui n'est point; M. de la Hire écrivit sur ce sujet à M. Dieulamant Ingenieur du Roy dans le Département de Grenoble, dont il reçut une instruction aussi bien circonstanciée qu'on la pût souhaiter, M. Dieulamant s'étoit transporté sur le lieu, & avoit vu avec des yeux de Physicien.

Cité de Dieu  
L. II. Ch. 7.

La fontaine brûlante n'est point une fontaine; c'est un petit terrain de six piés de long sur trois ou quatre de large, où l'on voit une flâme legere, errante, & telle qu'une flâme d'eau-de-vie; attachée à un rocher mort, d'une espece d'ardoise pourrie, & qui se fuse à l'air. Ce terrain est sur une pente assez roide; environ à douze piés au-dessous, & autant à côté, il tombe des montagnes voisines un petit ruisseau ou torrent, qui peut-être a coulé autrefois plus haut, & auprès du terrain brûlant, ce qui aura donné lieu de croire que ses eaux brûloient.

On ne remarque point que la flâme sorte d'un trou ou d'une fente du rocher, par où l'on pourroit soupçonner qu'elle auroit communication avec quelque caverne inferieure qui seroit enflâmée. On ne voit point de matiere qui puisse servir d'aliment à la flâme, on s'apperçoit seulement qu'elle sent beaucoup le souffre: elle ne laisse point de

cendres. Il y a une espece de salpêtre blanc fort âcre aux environs de l'endroit où est le feu.

On a assuré M. Dieulamant que ce feu est plus ardent en Hiver , & dans les temps humides , qu'il diminuë peu à peu dans les grandes chaleurs , & même s'éteint souvent sur la fin de l'Eté , après quoy il se rallume de lui-même. Il est fort aisé aussi de le rallumer avec d'autre feu , ce qui se fait promptement , & avec bruit.

M. Dieulamant observa enfin , qu'aux environs du feu le terrain se fend , s'affaisse , & coule en bas. Il n'en attribué pourtant pas la cause à ce feu , mais aux eaux qui coulent entre des rochers morts , & creusent ou emportent le terrain. Cet effet est si grand , & si considerable dans quelques endroits du Dauphiné , & sur tout dans le Pays qu'on nomme le Chanseaux , que quelquefois deux Villages situés sur deux montagnes differentes , & qui ne se pouvoient voir parce que d'autres montagnes plus hautes étoient entre-deux , ont commencé tout d'un coup à se voir par l'affaïssement des montagnes interposées.

Ce sont là les principaux faits dont M. Dieulamant voulut bien instruire l'Academie. L'explication physique n'en fera pas fort difficile à trouver , quand on aura quelque idée des Volcans. Ce terrain brûlant de Dauphiné est un Vesuve , ou un Mont-Etna en petit.





## PHYSIQUE PARTICULIERE.

## ANATOMIE.

## DE LA CIRCULATION DU SANG

## DANS LE FOETUS.

**P**ersonne n'ignore que le sang de tout le corps, rapporté au cœur par la vaine cave tombe dans l'oreillette droite, delà dans le ventricule droit, d'où le cœur en se resserant le pousse par l'artere pulmonaire dans le pœumon. Les veines du pœumon le reprennent, le portent dans l'oreillette gauche du cœur, d'où il tombe dans le ventricule gauche, qui par sa contraction le pousse ensuite dans l'aorte, & le répand dans toutes les arteres du corps, après quoi les veines le reprennent, & le rapportent dans la veine cave. C'est là ce qu'on appelle la circulation du sang.

Cette circulation en comprend proprement deux ; l'une plus petite, de toute la masse du sang par le pœumon seulement ; l'autre plus grande & generale, de cette même masse par tout le reste du corps.

Dans le Foetus, il n'en va pas tout-à-fait de même. La cloison qui sépare les deux oreillettes du cœur est percée d'un trou, qu'on appelle le trou ovale ; & le tronc de l'artere pulmonaire, peu après qu'elle est sortie du cœur, jette dans l'aorte descendante un canal que l'on appelle canal de communication. Le Foetus étant né, le trou ovale se ferme peu à peu, & le canal de communication se dessèche, & devient un simple ligament.

Cette Méchanique une fois connuë, on ne fut pas longtemps à conjecturer quel en pouvoit être l'usage.

Tandis que le Fœtus est enfermé dans le sein de sa mère , il ne reçoit que le peu d'air qu'elle lui fournit par la veine ombilicale. Ses poumons ne peuvent s'enfler & se désenfler, comme ils feroient après sa naissance, & après l'entrée libre de l'air. Ils demeurent presque affaîlés & sans mouvement, leurs vaisseaux sont comme répliés en eux-mêmes, & ne permettent pas que le sang y circule, ni en abondance, ni avec facilité. La nature a donc dû épargner aux poumons le passage de la plus grande partie de la masse du sang. Pour cela, elle a percé le trou ovale afin que du sang de la veine cave reçu dans l'oreillette droite, une partie s'écoulât par ce trou dans l'oreillette gauche à l'embouchure des veines du poumon, & par là se trouvât, pour ainsi dire, aussi avancée que si elle avoit traversé le poumon. Ce n'est pas tout; le sang de la veine cave, qui de l'oreillette droite tombe dans le ventricule droit, étant encore en trop grande quantité pour aller dans le poumon, où il est poussé par l'artere pulmonaire, le canal de communication en intercepte une partie en chemin, & le verse immédiatement dans l'aorte descendante, où il se trouve encore comme s'il avoit traversé le poumon.

Tel fut le sentiment de Harvée & de Lower, suivi de tous les Anatomistes, & cette idée paroissoit si conforme à l'état & aux besoins du Fœtus, que l'on se tenoit sûr d'avoir découvert sur cela le secret de la nature.

Cependant il y a déjà huit ans que M. Méry commença à en douter, après avoir considéré le cœur d'une Tortue de mer. Cet animal, qui aussi bien que le Fœtus sçait se passer long-temps de respiration, a aussi un cœur d'une structure particulière, qui paroît disposée pour suppléer à ce défaut. Il faut nécessairement que son sang, lorsqu'il est revenu du poumon dans le cœur passe du ventricule gauche dans le droit par une ouverture, & M. Méry jugea par analogie que le sang devoit tenir la même route dans le Fœtus; c'est-à-dire une route contraire à celle que lui donnoit le système commun.

Quoique M. Méry ne crût pas que l'embaras des poumons du fœtus, fût cause que la nature eût percé le trou ovale, & tiré le canal de communication, il convenoit que le peu d'air qui est dans le sang du fœtus étoit la cause de cette structure particulière. Le cœur ayant plus de peine à pousser dans toutes les parties du corps un sang dénué de particules aériennes, & par conséquent plus paresseux, & moins animé, il avoit falu en accourcir la circulation, & lui épargner une partie du chemin qu'il fait dans l'homme. Pour cet effet, de toute la masse du sang qui sort du ventricule droit du fœtus dans l'artere pulmonaire, une partie passe de cette artere par le canal de communication dans l'aorte descendante, sans circuler par le poumon, & la partie qui traverse le poumon, & revient ensuite dans l'oreillette gauche, se partage encore en deux, dont l'une passe par le trou ovale dans le ventricule droit, sans avoir circulé par l'aorte, & par tout le corps, l'autre est poussée à l'ordinaire par la contraction du ventricule gauche dans l'aorte, & dans tout le corps du fœtus.

Toute la question se réduit donc à sçavoir, si le sang qui passe par le trou ovale, passe du côté droit du cœur dans le gauche, selon l'opinion commune, ou du gauche dans le droit, selon M. Méry.

M. du Verney s'étoit déclaré pour l'ancien système. Il soutint qu'il y avoit au trou ovale une valvule, qui permettoit le passage du côté droit dans le gauche, parce qu'elle se renversoît aisément en ce sens là, lorsque le sang de la veine cave venoit à la pousser, mais qu'au contraire étant frappée par le sang de la veine pulmonaire, elle s'appliquoit contre le trou ovale, & empêchoit absolument qu'il pût passer aucune goutte de sang du côté gauche dans le droit.

M. Méry ne nia pas seulement cet usage de la valvule de M. du Verney, il en nia jusqu'à l'existence, & après plusieurs contestations qui descendoient dans un détail d'Anatomie fort délicat, la dispute se jeta sur un autre point.

Dans l'homme, l'artere du p  mon reçoit toute la masse du sang qui est rapportée par la veine cave. L'aorte reçoit aussi toute cette même masse qui vient de circuler par le p  mon, & qui est rapportée par les veines pulmonaires. L'artere pulmonaire, & l'aorte qui reçoivent la même quantité de sang, doivent donc être égales en capacité, & elles le sont effectivement.

Mais dans le fœtus, l'artere pulmonaire & l'aorte reçoivent des quantités inégales de sang, lequel des deux syst  mes opposés que l'on choisisse.

Selon le syst  me commun, le trou ovale dérobe à l'artere pulmonaire la plus grande partie du sang de la veine cave. Ce sang étant entré dans le ventricule gauche, en doit sortir par l'aorte, qui de plus fait sa fonction ordinaire & naturelle de recevoir le sang qui a circulé par le p  mon. L'aorte reçoit donc plus de sang que l'artere pulmonaire.

Selon le syst  me de M. Méry, l'artere pulmonaire reçoit tout le sang de la veine cave; & de plus, elle reçoit par le trou ovale une partie du sang des veines pulmonaires, naturellement destinée à l'aorte. L'aorte reçoit donc moins de sang que l'artere pulmonaire.

Pour juger lequel des deux syst  mes est le vrai, il n'y a donc qu'à voir lequel de ces deux vaisseaux, l'aorte, ou l'artere pulmonaire, a le plus de capacité dans le fœtus.

M. Méry trouva toujours que le tronc de l'artere pulmonaire étoit environ la moitié plus gros que celui de l'aorte; ce qui sembloit mettre son opinion hors de doute.

La question étoit en ces termes, & elle paro  issoit s'affoiblir, lorsqu'elle se réveilla plus vivement que jamais à l'occasion d'une Thèse que M. Sauvry Docteur en Médecine, & Académicien associé, mort depuis six mois, fit soutenir contre l'opinion de M. Méry.

A peine l'Académie avoit-elle pris la nouvelle forme que le Règlement lui donnoit, qu'elle fut occupée de cette contestation. Comme il s'agissoit d'abord de plusieurs faits,

fur quoy l'on ne convenoit point ; & principalement de la grosseur de l'aorte , & de l'artere pulmonaire dans le fœtus ; la Compagnie nomma des Commissaires pour voir exactement les faits que l'on produiroit de part & d'autre.

Il faut avoüer que l'on en verifia de contraires. M. Méry fit voir , par exemple , l'artere pulmonaire plus grosse que l'aorte , & M. Sauvry , plus petite ; tant il est vrai qu'en matiere de Physique les simples questions de fait, qui ne sont cependant que préliminaires , ont souvent elles-mêmes beaucoup de difficulté.

Mais M. Sauvry prétendit deux choses ; l'une que son système n'étoit nullement ébranlé par les faits de M. Méry , quoiqu'on les supposât vrais ; l'autre , que les siens détruisoient le système de M. Méry.

Que l'artere pulmonaire soit plus grosse que l'aorte , ce n'est pas à dire , selon M. Sauvry , qu'il y passe plus de sang ; cela conclut seulement que le sang y passe moins viste , parce que les pœmons , vers lesquels il est poussé , ne sont pas aisés à pénétrer. Ainsi il regorge dans l'artere pulmonaire , qui d'ailleurs étant composée de membranes moins fortes , & moins épaisses que l'aorte , preste , & s'étend avec assez de facilité. Le fœtus étant né , & les pœmons débarassés par la respiration , le sang qui commence à y couler aussi aisément que dans les autres parties du corps , ne regorge plus dans l'artere pulmonaire , & elle reprend par son ressort une capacité qui n'est qu'égale à celle de l'aorte.

Mais quand dans le fœtus le tronc de l'aorte est plus gros que celui de l'artere pulmonaire , ainsi que M. Sauvry le fit voir aux Examineurs de ses faits , il paroît qu'il doit nécessairement passer plus de sang par l'aorte , car on ne peut pas dire qu'il s'y fasse un regorgement , & s'il passe plus de sang par l'aorte , l'opinion de M. Méry perd toute sa vraisemblance.

Ce n'est là qu'une légère idée que l'on donne de cette contestation , qui embrassoit encore plusieurs autres chefs.

Comme elle est devenuë publique par les Livres des deux Adverfaires , il n'est pas befoin d'en parler plus au long. L'Académie en a laiffé le jugement au Public , & a crû n'avoir que l'autorité de lui rendre un témoignage certain des differents faits qu'elle a averés.

M. Méry en répondant à M. Tauvry a répondu auffi à plusieurs autres habiles Anatomiftes , qui avoient attaqué fon syfteme pour défendre l'ancien.

## SUR UNE NOUVELLE

### MANIERE DE TAILLER DE LA PIERRE.

**M**onsieur Méry a joint à tout ce qui regarde le trou Royale un Traité, peut-être moins curieux, mais plus utile sur l'Extraction de la Pierre. Il l'a composé à l'occasion de la Méthode particuliere dont se sert pour cette opération un frere du Tiers Ordre de saint François , nommé frere Jacques Beaulieu , Francomtois , qui vint à Paris en 1697. Ce nouvel Opérateur apporta de sa Province une grande réputation , & d'abord l'augmenta ici. On crut que l'Art de tailler alloit entierement changer de face , devenir beaucoup plus fur & plus facile. Cependant on ne s'en fia pas entierement à ce premier bruit. M. Méry fut chargé par Monsieur le Premier Président , d'examiner de près cette opération. Il vit frere Jacques tirer une Pierre de la vessie d'un Cadavre , où elle avoit été mise exprès. Il fut content de cette nouvelle Méthode , & en fit à Monsieur le Premier Président un rapport où il la préféroit à l'ancienne , sous de certaines conditions cependant , que l'expérience seule pouvoit garantir.

L'expérience fut fort défavorable à frere Jacques , & funeste à la plus grande partie des malades qu'il tailla , & ce fut précisément par les endroits que M. Méry avoit soupçonnés. Il changea donc de sentiment avec d'autant



plus de liberté , & de bienséance , qu'il avoit assez paru que sa disposition naturelle avoit été de recevoir volontiers des leçons d'un nouveau venu.

Cette matiere fut souvent traitée dans l'Académie , on y apporta souvent l'histoire des ravages que F. Jacques avoit faits par une méthode toujours téméraire , & presque toujours mortelle. L'Académie avoit jugé assez-tôt de la témérité , & le Public ne s'est rendu que trop tard aux mauvais succez.

---

## S U R L' H I S T O I R E

### D U F O E T U S .

**M**onsieur Tavvry ne se contenta pas de traiter simplement la question du trou ovale , il embrassa à cette occasion toute l'Histoire du Fœtus , depuis sa premiere origine , que tout l'esprit humain n'a encore pû deviner certainement , jusqu'à sa naissance.

Dans ce Traité , il appuye de tout son pouvoir le systeme des Oeufs , & il fait voir , entr'autres preuves , que les objections qu'on peut faire contre la generation de l'homme par des œufs contenus dans les ovaires de la femme , sont encore beaucoup plus fortes si on les applique à la Tortuë , qui cependant n'engendre certainement que par des œufs. Les trompes de la matrice de cet animal sont déliées , lâches , flottantes dans son ventre , & par conséquent très-peu propres à aller chercher l'œuf dans l'ovaire pour l'apporter dans la matrice ; elles sont même à leur extremité percées d'un trou peu proportionné à la grosseur de l'œuf qu'elles doivent recevoir ; & malgré tout cela , il est constant qu'elles font ce qu'il paroît si difficile qu'elles fassent. La difficulté n'est pas à beaucoup près si grande pour la femme. Voilà à quoi sert l'Anatomie comparée que M. Tavvry employe presque dans tout son ouvrage.

Un usage qui seroit incertain dans une espece d'animal que l'on considereroit seule, devient certain, parce qu'il doit être le même que dans une autre espece, où il est indubitable. Plus on compare ensemble les productions particulieres de la Nature, plus on peut esperer d'en découvrir à la fin le plan, & l'esprit general.

M. Taucry cherche toujours les raisons des structures mécaniques, & de leurs differences en differentes especes. Par exemple, tous les Quadrupedes tant Ovipares que Vivipares ont deux ovaires, & deux tuyaux ou trompes qui apportent les œufs dans la matrice, & ces parties doubles sont situées aux deux côtés du ventre. Les Volatiles au contraire n'ont qu'un seul ovaire, & un seul tuyau pour conduire les œufs, le tout attaché au bout de leur dos, & précisément au milieu. Sur cela M. Taucry conjecture que dans les Quadrupedes le mouvement du marcher aide la sortie des œufs, & leur descente par les trompes, parce qu'alors les visceres de l'abdomen sont poussés alternativement contre les deux ovaires, & contre les deux trompes. Mais dans les Volatiles, où les os de l'abdomen empêchent cette compression des visceres dans l'approche des cuisses, il eût été inutile que l'ovaire, & son tuyau eussent été doubles; & ils ont été placés au milieu du dos, pour être également comprimés des deux côtés par les sacs membraneux qui sont particuliers aux oiseaux, & qui s'enflent & se desinflent dans leur respiration.

Le Placenta de la femme, & ceux de certains animaux, comme la Chienne, la Chatte, &c. ne se séparent de la matrice qu'avec effusion de sang; d'autres, tels que ceux des Ruminans, du Lapin, du Cochon d'Inde, &c. ne laissent sortir dans cette séparation que des sucs laiteux. M. Taucry observe que les animaux qui sont dans le premier cas sont carnaciers, & que les autres se nourrissent d'herbes, & il est assez vrai-semblable que comme le Placenta porte au fœtus toute la nourriture que la mere lui envoie, des animaux destinés à des alimens si differens ont dû y être préparés dès leur premiere formation.

Le

Le fœtus nage dans une liqueur que renferme une membrane nommée Amnios, dont il est immédiatement envelopé. Cette liqueur donne beaucoup de marques d'être nourricière ; & ce qui peut en convaincre , c'est qu'elle est fort semblable à celle qui se trouve dans le ventricule du fœtus , où apparemment elle est entrée par sa bouche.

Mais entre l'Amnios , & le Chorion , autre membrane qui enveloppe l'Amnios par dehors , il y en a une troisième où s'amasse l'urine du fœtus , & qu'on appelle par cette raison la membrane urinaire. Elle est située vers le placenta , qui filtre tous les sucs nourriciers que le fœtus tire de sa mère. Il faudroit donc que ces sucs pour entrer dans la cavité de l'Amnios traversassent la membrane urinaire , & la liqueur qu'elle contient ; mais le moyen alors qu'ils ne se corrompissent pas , & ne perdissent pas la douceur nécessaire à des sucs nourriciers ?

D'habiles Anatomistes ont fait de grands efforts , & avec peu de succès , pour imaginer des routes qui dispensassent la liqueur de l'Amnios de traverser la membrane urinaire.

M. Tauvry a recours à un expédient nouveau. Il suppose que la cavité de l'Amnios se remplit dans les premiers temps de la formation , lorsque le fœtus n'a point encore d'urine à envoyer dans la membrane urinaire.

L'Amnios remplie , & le fœtus devenu plus fort , la membrane urinaire commence à se remplir à son tour , & l'Amnios ne tire plus rien de nouveau , mais elle tient en réserve , & dépense peu à peu ce qui doit nourrir le fœtus jusqu'à sa naissance. Une observation qui confirme cette pensée , c'est qu'en effet l'Amnios est d'autant moins pleine , & la membrane urinaire l'est d'autant plus , que le fœtus est plus avancé. Si ce n'est pas là l'artifice de la nature , du moins est-il assez délicat , & assez caché pour mériter de l'être.

On jugera de l'Ouvrage de M. Tauvry par ces échantillons ; ce seroit faire ce qui est déjà fait que de s'éten-

S U R L E C Œ U R

D E L A T O R T U E.

Voyez les  
Memoires  
p. 227.

**I**L n'étoit guere possible que M. du Verney ne prist part à une guerre anatomique qui se passoit sous ses yeux. Il étoit dans le sentiment commun sur le trou ovale ; & comme le cœur de la Tortuë de terre , où le sang passe de gauche à droite par une espede d'ouverture , avoit donné à M. Méry la premiere idée qu'il en pourroit être de même dans le Foetus, M. du Verney examina ce cœur avec soin, en décrivit exactement la structure toute singuliere , & soutint qu'elle ne tiroit nullement à consequence pour le Foetus.

De la Mécanique du cœur de cet animal bien développée, il en resulte , ainsi que de tout ce qu'on approfondi en Anatomie , une merveilleuse conformité de l'ouvrage avec les desseins du souverain Ouvrier. Il faut que l'air se mêle avec le sang pour entretenir le mouvement & la fluidité de cette liqueur , pour lui donner du ressort , pour l'animer par une douce fermentation , & pour contribuer à la génération des esprits animaux , premiers moteurs de toute la machine. L'homme , & la plus grande partie des animaux , destinés à beaucoup de mouvemens divers , & à des fonctions d'une grande vivacité , doivent avoir un sang tout penetré de particules aériennes , & c'est pour cela qu'il se fait en eux deux circulations differentes , l'une , de toute la masse du sang par le poulmon , afin qu'elle aille prendre à chaque instant dans ce reservoir rempli d'un air toujours nouveau , tout celui dont elle a besoin ; l'autre de cette même masse chargée d'air par tout le reste du corps , où elle va se répandre avec les quali-

tes salutaires qu'elles a acquises dans le p<sup>ou</sup>mon. C'est donc en vertu de cette double circulation que tout le sang est , pour ainsi dire , imbibé d'air , & elle s'exécute par le moyen des deux ventricules du cœur , qui sont entiere-ment séparés. Dans l'un revient tout le sang , qui ayant circulé par tout le corps , s'y est dépouillé de ses particu-les aériennes , & il en va reprendre dans le p<sup>ou</sup>mon , où il est poussé par la contraction de ce ventricule qui le chas-se hors de lui. Rempli d'un nouvel air par son passage au travers du p<sup>ou</sup>mon , il tombe dans l'autre ventricule du cœur , d'où il est distribué par tout le corps.

Mais la Tortuë qui transpire fort peu , qui a des mou-vements très-lents , & assez rares , n'avoit pas besoin d'un sang vif , & même elle en auroit été souvent incommo-dée , sur tout pendant l'Hiver , qu'elle est obligée de pas-ser presque sans nourriture. Aussi son cœur a-t'il été dis-posé de maniere que son sang eût peu d'air qui l'animât.

Il est vrai que ce cœur a trois ventricules , au lieu que celui de l'homme n'en a que deux ; mais ces trois ventri-cules n'en sont proprement qu'un , puisqu'ils s'ouvrent les uns dans les autres , & communiquent touj<sup>ours</sup> ensemble sans aucun empêchement. Ainsi le sang revenu du p<sup>ou</sup>mon , où il s'est chargé d'air , se mêle dans le cœur avec le sang revenu de toutes les autres parties du corps , où il s'en est dépouillé ; & ces deux quantités de sang , ayant partagé entre elles l'air qui n'a été apporté que par une , sont poussées ensemble dans les arteres. Par conséquent le sang de la Tortuë est moins animé d'air que celui de l'hom-me ; & de plus il paroît par la capacité des ventricules du cœur de cet animal , qu'il n'y a environ que le tiers de son sang qui aille prendre de l'air dans le p<sup>ou</sup>mon.

Une pensée qui appartient à M. T<sup>au</sup>vry peut entrer as-sés naturellement dans ce système. Il faut pour la respira-tion que la capacité de la poitrine augmente & diminue alternativement , & ce mouvement se fait dans tous les animaux par des parties solides , comme les côres , qui s'é-loignent , & se rapprochent.

Mais la Tortuë est enfermée entre deux écailles immobiles , & elle n'a d'ailleurs aucun diaphragme qui puisse servir à une compression alternative des poulmons. Dans cette difficulté d'expliquer sa respiration , M. Tavvry s'est avisé d'en rapporter la cause au mouvement du marcher. Quand la Tortuë est en repos , sa tête & ses piés sont retirés sous l'écaille supérieure , & la peau qui l'enveloppe entièrement est toute plissée. Mais quand l'animal marche , il pousse au dehors sa tête , & ses piés , sa peau s'étend puisqu'elle est tirée par ces parties , & par conséquent elle forme intérieurement un plus grand espace , & c'est dans cet espace vuide que l'air extérieur est obligé d'entrer.

A ce conte , la Tortuë ne respire que quand elle marche ; aussi n'est-ce que quand elle marche qu'il lui faut un sang plus vif : hors de-là , un sang privé de particules aériennes lui suffit pour l'état d'engourdissement où elle est.

Quoiqu'il en soit de cette idée , M. du Verney fait voir que dans les animaux qui passent des temps considérables sans aucune action vive , comme les Grenouilles , les Serpens , les Vipères , les Salamandres , le sang poussé par l'aorte & par ses branches dans tout le corps , n'est pas seulement , comme dans l'homme , celui qui revient du poulmon , chargé d'air , mais encore celui qui s'en est dépouillé dans tout le reste du corps d'où il revient ; qu'ainsi le sang qui se distribue dans tout le corps par les artères contient peu de particules actives , & que c'est afin qu'il en contienne peu , que le cœur de ces animaux a un ventricule unique , ou s'il en a plusieurs , des ventricules qui ont communication ; ce qui fait que le sang vif , & le sang pour ainsi dire , inanimé , se mêlent avant la distribution qui s'en doit faire par tout le corps . & que l'un est affoibli , & en quelque façon détrempé par l'autre.

## SUR LA STRUCTURE

## EXTRAORDINAIRE

## DU COEUR D'UN FOETUS HUMAIN.

**C**omme les singularités nouvelles de la Nature viennent ordinairement à l'Académie, M. Chemineau, Docteur en Medecine, prit la peine d'y apporter le cœur d'un Foetus humain, qu'il avoit disséqué, & dont la structure extraordinaire avoit rapport à la question du trou ovale, qui s'agitoit en ce temps-là.

Ce cœur avoit trois cavités ou ventricules. qui communiquoient ensemble, comme celui de la Tortuë. Le ventricule doit recevoir à l'ordinaire la veine cave, mais sans recevoir l'artere pulmonaire; le gauche recevoit aussi la veine pulmonaire, mais sans recevoir l'aorte; & ces deux vaisseaux, l'artere pulmonaire, & l'aorte, étoient implantés dans le troisième ventricule surnumeraire.

Leurs embouchures étoient disposées de sorte que le sang qui du ventricule droit étoit poussé dans le troisième, prenoit naturellement le chemin de l'artere du pōumon, & que le sang poussé encore dans ce troisième ventricule par le gauche enfiloit aisément le tronc de l'aorte.

Il n'y avoit point de canal de communication entre l'artere pulmonaire, & l'aorte inferieure.

L'artere pulmonaire étoit très-petite en sortant de la troisième cavité, & se divisoit ensuite en deux branches dont chacune avoit un diametre double de celui du tronc, ce qui semble marquer que le sang qui sortoit du cœur pour entrer dans le pōumon, ne le pouvant pénétrer, séjournoit dans les vaisseaux, & les dilatoit.

Le diametre de l'aorte étoit double de celui de l'artere pulmonaire.

Ces faits paroissent contraires à l'opinion de M. Méry, mais d'un autre côté ce cœur étoit effectivement monstrueux.

L'enfant avoit vécu , & il n'en étoit pas de lui comme de tous les autres , dont le cœur change après qu'ils sont nés , & dont le sang prend un autre cours. Dans celui-là, la communication des trois ventricules ne pouvoit jamais s'effacer , parce qu'il faloit nécessairement que le sang du droit & du gauche , allât toujours dans le troisième pour y trouver les artères.

Toute la difference étoit qu'après la naissance , le pòumon étant dégagé , le sang avoit dû y passer plus facilement , & plus abondamment , & que l'artere du pòumon l'avoit partagé plus également avec l'aorte.

Mais cet enfant , quoiqu'adulte , auroit toujours été foetus , quant à la facilité de se passer de la respiration. Car quand le sang n'auroit pû traverser les pòumons , il se seroit porté presque tout entier dans l'ancienne route de l'aorte , qu'il eût toujours été en état de reprendre. On auroit vu avec étonnement un homme presque amphibie comme la Tortuë ; & si quelque Physicien avoit été assez habile pour deviner les trois ventricules , & leur communication , du moins y a-t'il bien de l'apparence qu'il n'en auroit pas été crû.

## SUR LES INJECTIONS

### ANATOMIQUES.

Voyez les  
Memoires  
p 165.

**C**omme les vaisseaux qui portent le sang , & les autres liqueurs , s'embarassent les uns dans les autres , & se confondent par leur multitude qui est presque infinie dans les moindres parties d'un animal , ou qu'ils cessent d'être visibles , soit par leur extrême petitesse , soit par l'affaïssement où ils sont après la mort ; les Anatomistes modernes ont imaginé d'y faire des injections de liqueurs , qui étant une fois entrées dans ces canaux , les suivent jusqu'au bout dans toutes leurs branches , & en les enflant



lès rendent sensibles , & font renaître leur premiere & veritable figure.

Mais ces injections ont plusieurs difficultés. Il faut des matieres qui coulent aisément , qui ne brûlent point les vaisseaux par leur chaleur , & qui s'y étant refroidies & figées , se soutiennent sans se casser. Il faut de plus prévenir les desordres de l'air , qui étant quelquefois renfermé dans les vaisseaux , se dilate subitement à la chaleur des matieres que l'on y seringue , creve ces tuyaux délicats , ou du moins empêche le jet de s'y étendre librement.

M. Homberg ayant médité sur ces inconveniens , a imaginé les moyens d'y remedier , & par une nouvelle composition métallique , plus propre que les autres matieres à seriquer dans les vaisseaux , & par l'application de la machine du Vuide aux injections Anatomiques , nouvelle aussi de la maniere qu'il la propose.

Il est bien commode dans une infinité d'occasions d'avoir de l'air ou de n'en avoir pas selon qu'on veut , & ce n'est pas une petite gloire à la Physique d'en avoir trouvé le secret.

## SUR LES INSECTES.

**L**Es Insectes paroissent méprisables au vulgaire qui ne sçait placer ni son admiration , ni son mépris. On les traite le plus souvent d'animaux imparfaits , mais la Philosophie les juge d'autant plus dignes de son attention , qu'ils semblent avoir été formés par la Nature sur une idée toute particulière.

Il n'y a qu'eux , par exemple , qui changent d'espece , & qui après avoir rampé s'élèvent en l'air , & prennent une vie nouvelle , & plus noble. Ce que M. Homberg a observé sur le bizarre accouplement de ceux qu'on appelle Demoiselles , fera comprendre combien la Nature est féconde & inépuisable en inventions mécaniques , pour parvenir à ses fins.

Voyez les  
Memoires  
p. 145.

Etre des deux sexes tout à la fois , & en faire les fonctions en même-temps , est encore une chose réservée aux Insectes. M. Poupert a fait le dénombrement de toutes les especes , dans lesquelles il s'est assuré de cette particularité.

Ce sont les Vers de terre , les Vers à queue ronde qui se trouvent dans les intestins des hommes , ceux qui se trouvent dans les intestins des chevaux ; les Limaçons terrestres , ceux d'eau douce , toutes les especes de Limaces , toutes les especes de Sangsues ; & comme tous ces Insectes sont reptiles & sans os , M. Poupert conclut qu'apparemment les autres qui ont ces deux caracteres , sont aussi hermaphrodites ; car la Nature qui d'un genre d'animaux à l'autre varie tant , garde assez d'uniformité entre les especes du même genre , sur ce qui regarde les caracteres principaux.

Ce n'est pas qu'il n'y ait des reptiles sans os , qui ne sont point hermaphrodites , comme les Vers dont se forment les Mouches , les Vers à soie , & d'autres animaux. Mais bien loin d'être hermaphrodites , il n'ont aucun sexe , & à proprement parler , ce n'est pas des animaux , ce ne sont que des fourreaux , ou des masques , qui enveloppent & qui cachent de véritables animaux , que l'on verra sortir avec des ailes. Si ces vers paroissent sensibles , peut-être la sensibilité n'appartient-elle qu'à l'animal caché , & non pas à celui que l'on voit. Quoiqu'il en soit , le Ver qui doit devenir Mouche ou Papillon , n'est ni mâle ni femelle , & n'engendre point tandis qu'il est Ver , il attend sa métamorphose.

Pour donner un exemple des observations qu'on peut faire sur les animaux hermaphrodites ; voici comment M. Poupert a fait les siennes sur l'accouplement des Vers de terre. Ces petits serpens se glissent deux à deux dans un trou qui leur convient , ils s'y ajustent de sorte que la tête de l'un est tournée vers la queue de l'autre ; ils s'appliquent l'un contre l'autre en ligne droite , & un petit bouton de l'un en forme de petit cône s'insere dans une petite ouverture de l'autre , & réciproquement. On voit commo-  
dément

dément l'insertion mutuelle de ces petits boutons , en prenant bien doucement les deux vers , en les tirant peu à peu dans l'espace qui est entre les boutons , & en les regardant au grand jour. On les trouve accouplés au Printemps , & c'est dans des prés gras & humides , qu'il les faut chercher , pour en avoir des plus gros.

Comme ces animaux sont mâles par une extrémité de leur corps , & femelles par l'autre , & qu'ils se plient facilement , M. Homberg ne juge pas impossible qu'un Ver de terre s'accouple à lui-même , & soit le pere & la mere du même animal. Ce feroit là une étrange sorte de génération ; mais ce qui est étrange ne l'est peut-être que par nôtre ignorance , & connoissons-nous les bornes de la diversité dont il a plû à la Nature d'orner ses Ouvrages ?

## SUR LES DENTS.

**M**onsieur de la Hire le fils a observé que dans les Adukes , l'os de la Dent ne croît point , non plus que les autres os , mais seulement l'émail ; & en effet les Dents d'un homme âgé , tirées de l'alveole , ne sont pas plus longues que celles d'un homme d'âge médiocre.

L'émail de la dent est d'une matiere tout-à-fait différente de l'os , il est composé d'une infinité de petits filets qui sont attachez sur l'os par leurs racines à peu près comme les ongles , & les cornes. On voit très-facilement cette composition dans une dent rompuë , où l'on remarque que tous ces filets qui prennent leur origine vers la partie de l'os qui touche la gencive , sont fort inclinés à l'os , & comme couchés les uns sur les autres , enforte qu'ils sont presque perpendiculaires sur la base de la dent. Par ce moyen ils résistent davantage à l'effort qu'ils sont obligez de faire en cet endroit.

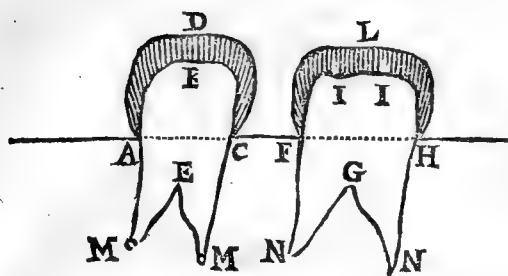
M. de la Hire est persuadé que l'accroissement de ces filets se fait comme celui des ongles. Si par quelque acci-

dent il se rompt une petite partie de l'émail en sorte que l'os ait du jour , c'est-à-dire , que les racines des filets de l'émail soient emportées , l'os qui est en cet endroit se cariéra ; & il faut que la dent péricisse sans qu'il soit possible d'y remédier , car les os du corps des animaux ne peuvent jamais rester à découvert.

Il y a cependant des personnes qui ont l'émail des dents usé , peut être à force de les avoir frottées avec des pom-mades , & en qui l'os paroît à découvert , sans périr ; mais c'est que l'os n'est pas effectivement à découvert , & qu'il y reste encore une petite couche d'émail qui le conserve. Cette couche est assez mince pour être transparente , & elle laisse paroître la couleur jaune de l'os.

Quelquefois aussi les dents se cassent , & l'os est à découvert , & cependant on ne sent point de mal , parce que la dent est fermée , c'est-à-dire , que la racine de la dent par où entre un petit rameau de nerf s'étant entièrement fermée , a coupé le nerf , & lui a ôté toute communication avec l'origine des nerfs , & par conséquent toute sensibilité. Les dents ne se ferment que dans les personnes âgées.

Il peut arriver que dans quelques dents ces filets qui font l'émail ne soient que par paquets , dont les extrémités s'unissent , mais qui ne soient pas joints exactement vers l'os , ce qui paroît assez clairement dans la base des dents molaires , où l'on peut voir la séparation des paquets. Mais l'extrémité des filets venant à s'user peu à peu , si la séparation entre deux paquets s'augmente assez pour recevoir quelque partie dure des alimens , il se fera une petite ouverture sur la base de la dent , l'os se découvrira , & par conséquent la dent doit périr dans la suite. On remédie un peu à cet accident en bouchant ce trou avec du plomb , qui empêche les alimens âcres & piquants de pénétrer jusqu'à l'os , & de causer de la douleur.



La ligne *AC F H.* marque l'extrémité des deux tables osseuses qui enferment les dents, & qui font la mâchoire.

Les parties *A EC.* & *FGH.* sont les racines des dents qui sont enfermées dans les tables osseuses.

Les parties *ADCB.* & *FLHII.* représentent l'émail, composé de petits filets rangés les uns à côté des autres, qui couvre toute la partie de la dent qui est hors de la mâchoire.

*II.* Montrent plusieurs filets qui font l'émail, joints par la partie supérieure, & éloignés par la partie inférieure.

*M, M.* Trous par où les nerfs entrent dans les racines des dents.

*N, N.* Dent fermée.

## SUR LES PLUMES DES OISEAUX.

UN Physicien seroit long-temps à examiner le plus petit objet qui soit dans la Nature, avant que de l'avoir épuisé. On en peut juger par les reflexions suivantes que les plumes des Oiseaux ont fournies à M. Poupert, & qui seroient bien encore en plus grand nombre, s'il avoit voulu suivre cette matiere jusqu'au bout.

Les plumes sont nourries du sang, & de la lymphe. On peut s'en assurer en dissequant avec un peu d'adresse une grosse plume d'un gros jeune Oiseau qui ait encore son duvet; mais ce qui est encore plus facile, il n'y a qu'à comprimer cette plume tout du long, on en verra sortir la lymphe & le sang. Il faut un jeune Oiseau, comme il faut toujours un jeune animal, quand on veut observer comment se fait la nourriture des os. Les plumes & les os sont des parties

dont les vaisseaux s'effacent à nos yeux, & dont la mécanique que disparoît à mesure qu'elles deviennent plus parfaites.

Au bout du tuyau de la plume, est un petit trou par où entrent les vaisseaux sanguins, de la même maniere qu'ils entrent dans une dent par un petit trou qui est à l'extrémité de la racine. Cette matiere seche & legere que l'on ôte dedans le tuyau d'une plume quand on la taille pour s'en servir à écrire, est dans les jeunes Oiseaux un gros canal charnu tout semblable à une veine remplie de limphe autour duquel rampent & se partagent en mille petits rameaux, les vaisseaux sanguins qui sont entrés par le bout du tuyau.

Mais si l'on veut sçavoir ce que c'est que ce gros canal charnu, ce n'est plus dans les jeunes Oiseaux qu'il le faut examiner, c'est dans les adultes; le point de vûe où il faut se placer n'est plus le même.

#### EXPLICATION DES FIGURES.

1. Grande plume de l'aîle d'un gros & jeune Oiseau, encore avec son duvet, laquelle est presque toute renfermée dans le long tuyau cartilagineux, *ab*, qui conserve les barbes de la plume, qui ne sont encore que comme une espece de bouillie.

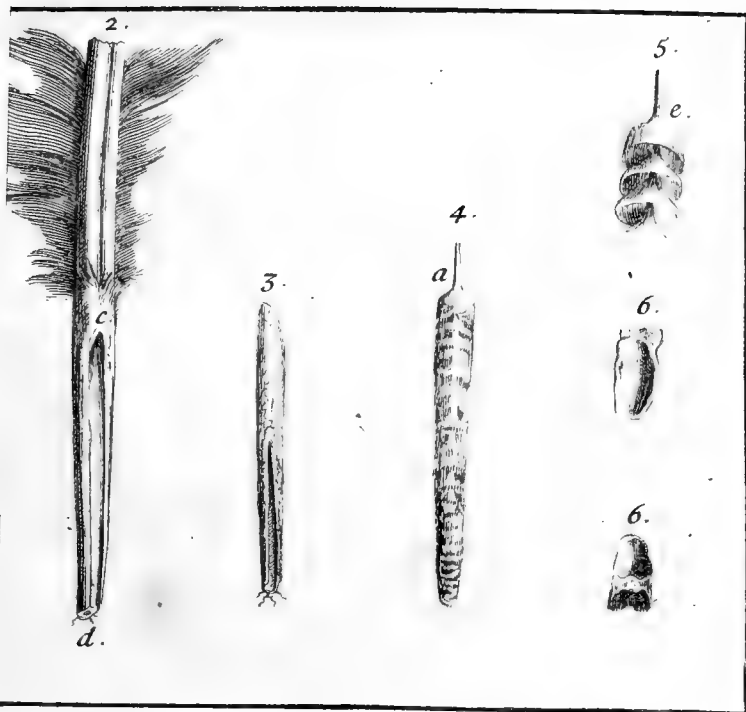
2. Cette seconde figure represente la même plume 1. dont on a ouvert le tuyau tout du long, pour voir dans sa cavité un gros & long corps charnu caverneux, *cd*, sur lequel rampent une infinité de petits vaisseaux sanguins qui entrent par le trou inferieur, *d*, de la plume, pour verser leur lymphes dans les cavernositez de ce corps, pour être de-là portée dans toutes les parties de la plume, afin de les nourrir.

3. Gros & long corps charnu qu'on a tiré de la cavité du tuyau d'une grosse & jeune plume, afin de le voir plus aisément & plus distinctement.

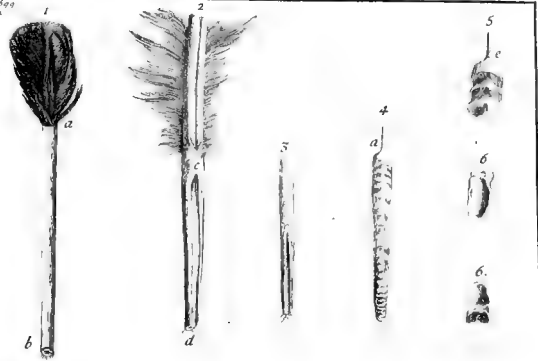
4. Corps caverneux composé d'entonnoirs vers la partie superieure, & de godets dans le reste, qu'on voit dans les gros tuyaux des plumes des jeunes Oiseaux, lorsqu'ils commencent à se dessécher & à devenir transparens.

5. Ce sont trois entonnoirs emboîtés les uns dans les autres qu'on a déboîtés du canal *a*, de la fig. 4. pour faire voir comme les canaux de ces entonnoirs entrent de suite dans leurs pavillons, afin de porter la lymphe dans les barbes & dans la moëlle de la plume 2. à laquelle le canal *e* s'attache à l'endroit *c*.

6. Petits sacs ou godets dont le corps representé par la fig. 4. est pour la plus grande partie composé.



Not 1899  
p. 22 44





On voit donc dans les Oiseaux adultes que ce canal est composé de plusieurs petits godets transparens , placés les uns au-dessus des autres , & disposé de maniere que le fond de l'inférieur est articulé ou attaché dans l'ouverture du supérieur , & ainsi de suite en montant vers le haut du tuïau. Mais quand on approche des barbes de la plume , ces petits godets deviennent semblables à des entonnoirs , au moins dans quelques especes d'Oiseaux , comme dans les Poules d'Inde. Le tuïau de l'entonnoir inférieur entre dans le pavillon du supérieur , & s'attache à son fond , & le tuïau du dernier entonnoir entre dans la moëlle de la plume .

Les vaisseaux sanguins versent leur lymphe dans ces petits godets , & de là elle se filtre jusqu'au haut du tuïau ; d'où elle entre dans la moëlle de la plume , qui n'étant qu'une matiere spongieuse s'en imbibe aisément , & la distribue à droit & à gauche dans les barbes .

Dans les Poules d'Inde cette moëlle n'est encore qu'un assemblage d'une infinité de petits canaux assés sensibles ; car les parties des organes d'un animal sont elles-mêmes organisées , & la complication de la mécanique est infinie ; & il n'y a presque pas lieu de douter que dans les autres Oiseaux où les canaux de la moëlle de la plume ne sont pas visibles , ils ne s'y trouvent en petit , & n'y fassent les mêmes fonctions .

M. Poupert a observé qu'une seule plume d'un jeune Vautour , encore avec le duvet , pesoit plus que six autres plumes de même grandeur qui étoient dans leur perfection , tant elle étoit chargée de sucs nourriciers , & delà il conclut que comme les plumes sont des instrumens absolument nécessaires aux Oiseaux pour chercher leur subsistance , la Nature se hâste de les perfectionner , & y travaille avec plus de diligence qu'elle ne fait à la plûpart de ses autres Ouvrages .

On se seroit contenté de voir que le creux du tuïau de la plume avoit été pratiqué par la Nature , pour concilier en même temps la force , la souplesse & la legereté ; mais on voit de plus que ce vuide sert de magasin à la nourriture

qui doit être distribuée dans toute la plume , & qu'un même moyen satisfait tout à la fois à bien des vûes différentes.

C'est encore une chose curieuse de remarquer les soins que prend la Nature pour conserver les plumes naissantes des jeunes Oiseaux. Les barbes de ces plumes ne sont dans le commencement qu'une espece de boüillie , tant elles sont tendres & délicates. Aussi sont-elles roulées en cornet dans un long tuyau cartilagineux , rempli d'humidité , pour n'être pas exposées à l'air , qui les dessècherait , & ressermeroit tellement leurs pores , qu'elles ne pourroient plus recevoir de nourriture. Mais quand elles se sont assez fortifiées pour ne devoir plus craindre l'action de l'air , l'étui qui les enveloppoit , & qui ne leur est plus nécessaire se dessèche , & tombe de lui-même par écailles.

## *SUR LA RAGE OÙ HYDROPHOBIE.*

**L'**Hydrophobie ou l'aversion pour l'eau qui accompagne la Rage , est une des plus étonnantes circonstances qui puisse se joindre à une maladie. Quel rapport, quelle liaison entre le venin qui est entré dans le sang par la morsure d'un chien enragé , & cette horreur pour les choses liquides qui en rend la vûe insupportable aux malades , les agite de mouvemens convulsifs , & les fait entrer en fureur ?

M. Sauvry ayant vû pendant quelques jours un jeune homme qui avoit été mordu , & dont il avoit prédit la mort infaillible , l'ouvrit , quoiqu'à la hâte , & tâcha de trouver par la dissection quelque chose qui pût avoir rapport à l'Hydrophobie.

Le dedans de l'œsophage étoit enflammé , la trachée artère l'étoit même un peu. Il y avoit au fond de l'estomac environ trois cueillerées de glaire d'un brun assez foncé , semblable à ce que le malade vomissoit souvent. La vesicule du fiel étoit très-pleine d'une bile presque noire. Le pericarde avoit très-peu d'eau. Les artères étoient fort

remplies d'un sang très-liquide, & les veines en avoient très-peu. Il ne se trouva du sang caillé en aucun endroit. Le sang après la mort ne se coaguloit point à l'air froid, au lieu que celui d'une saignée qu'on avoit faite au malade quelques jours auparavant, s'étoit facilement coagulé. Le cerveau & presque toutes ses parties étoient beaucoup plus seches qu'à l'ordinaire, aussi bien que le commencement de la moëlle de l'épine, & tous les muscles du corps.

Sur ces faits, M. Tavvry fonda les conjectures suivantes. Apparemment la salive, & la bile sont les premières liqueurs infectées du venin. Le malade en vomissoit un mélange qui avoit excorié & enflammé l'œsophage. Delà pouvoit venir son aversion pour les alimens tant solides que liquides, qui ne passaient plus qu'avec douleur, & principalement pour les liquides, parce qu'ils dissolvoient les sels nuisibles, envelopés dans la bile, ou dans la salive.

Mais pourquoi la difficulté de prendre des alimens qui est commune à d'autres maladies, produit-elle cette horreur insensée & furieuse pour les alimens, & sur tout pour la boisson ?

Il est fort vraisemblable que la nature du venin est de dissoudre la partie balsamique & nourricière du sang, après quoi le corps ne se nourrit plus, & les veines desséchées, faute de nourriture, se resserrent, & ne donnent plus un passage aisé au sang qu'elles devroient recevoir des artères. Ce sang contenu dans les artères & trop longtemps, & en trop grande abondance, y est sans cesse battu, comprimé, & encore plus dissous qu'il ne l'étoit d'abord par la seule dissolution de sa partie balsamique.

D'un côté le cerveau & les parties nerveuses sont peu humectées par ce sang qui n'a presque plus que des esprits; de l'autre, ces esprits s'envolent vers le cerveau en foule, & avec une rapidité extraordinaire. Il est aisé de voir comment cela produit & les convulsions, & la fureur. Le siége de l'ame est en feu.

Palmarius au rapport de M. Tavvry, dit que les Hydrophobes ne peuvent regarder un miroir, ni rien de

transparent. C'est que ces objets, qui naturellement font une impression vive, la font alors sur un cerveau trop tendu, & trop allumé. L'eau & les liqueurs sont transparentes, & ont de plus un mouvement qui peut inquiéter des organes très-mobles.

Le Systeme de la maladie peut conduire à imaginer des remèdes, & il est d'autant plus permis d'en hasarder, que la mort du malade est assurée, si on ne lui fait rien.

M. Tauvry croit que les remèdes chauds & âcres dont on se sert ordinairement sont très-mauvais, si l'on en excepte le sel marin, qui peut en quelque façon entretenir la liaison des parties du sang. Il ne croit pas non plus que l'eau soit bonne à cette maladie; son Hydrophobe s'est toujours trouvé plus mal après en avoir bû, & dans cette occasion l'instinct naturel étoit salutaire. Apparemment les Emetiques faciliteroient la guérison, si on pouvoit les faire rester quelque temps dans l'estomac; ce malade se sentoit toujours soulagé après qu'il avoit beaucoup vomi. Peut-être le Mercure en grande quantité forceroit-il les obstacles que le resserrement des veines apporte à la circulation. Peut-être feroit-il à propos d'user de précipitans, qui corrigeroient l'âcreté de la salive ou de la bile, après quoi l'usage du lait rendroit au sang les parties nourricières dont il a été dépouillé.

Cette matière une fois mise sur le tapis dans l'Académie, plusieurs personnes rapportèrent des guérisons remarquables d'Hydrophobes, dont ils avoient connoissance.

M. Poupart dit qu'une femme enragée, ayant été saignée jusqu'à défaillance, liée sur une chaise pendant un an, & nourrie seulement de pain & d'eau, avoit été guérie; M. Berger, que de plusieurs personnes mordues, deux que l'on saigna au front, guérissent, & que les autres moururent; & M. du Hamel, que de l'eau salée sur la playe suffisoit.

On cita aussi l'exemple de gens à qui l'on avoit ôté l'horreur de l'eau en les accablant d'une grande quantité d'eau, & entre-autres celui d'un homme qu'on avoit lié à un ar-

bre,

bre, & à qui on avoit jetté sur le corps 200. seaux d'eau sans autre préparation.

Mais l'Histoire la mieux circonstanciée, fut celle que fit M. Morin, d'une jeune fille de vingt ans, qui avoit été morduë à la main par un petit garçon enragé. Elle eut tous les accidens de la rage, & enfin seize jours après la morsure, on s'avisa de la baigner dans un grand bain d'eau de riviere plus froide que chaude, où l'on avoit fait dissoudre un boisseau de sel. On l'y plongeoit toute nuë, & on l'en retiroit à diverses reprises; & après qu'on l'eut extrêmement tourmentée de cette façon, on la laissa assise dans le bain, & toute étourdie. Quant elle vint à regarder l'eau où elle étoit, elle fut toute étonnée qu'elle la voyoit sans émotion.

Après cela sa maladie ne fut plus qu'une maladie ordinaire. Il lui vint de la fièvre, que l'on traita selon la méthode communé. Elle avoit de fréquentes envies de vomir, & les vomissemens la soulageoient, on aida à la Nature. On la remit plusieurs fois dans le bain. Enfin on la guerit parfaitement, & la maladie entière ne dura guère plus d'un mois. M. Morin en avoit tiré la relation d'un Memoire qu'avoit écrit jour par jour M. Raoul Chirurgien de l'Hôtel-Dieu, qui avoit toujours été auprès de la malade.

Il paroît que l'imagination revoltée avec tant de fureur contre l'eau, & contre toutes les choses liquides, étant une fois domptée, & assujettie à souffrir patiemment ces objets, la plus grande difficulté de la cure est surmontée, tant parce que les esprits ne s'irritant, & ne s'enflamant plus à cette vûë, cessent de porter le désordre dans tout le corps, que parce que les malades deviennent traitables aux remedes, & prennent facilement les alimens convenables.

## S U R L E S C O R B U T.

**M**onsieur Poupart ayant eu occasion de voir un grand nombre de Scorbutiques, en a fait une his-  
 1699. V. les Me-  
moires p. 165.

Elle est pleine de circonstances fort particulieres , & tout le monde la peut entendre.

---

## DIVERSES OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

### I.

**M**onsieur Poupart ayant ouvert un homme mort environ à l'âge de cent ans , y trouva un mélange étonnant de marques de vieillesse , & d'une jeunesse nouvelle.

Les neuf vertebres inferieures du dos ne formoient plus qu'un os , les cartilages qui sont entre deux s'étant tous ossifiés. Mais outre les apophises transverses ordinaires des vertèbres , il y en avoit encore de transverses anterieures situées de chaque côté sur l'articulation de chaque vertèbre. Celles du côté droit étoient plus grandes , arrondies , & recouvertes d'un bel os blanc qui avoit nouvellement végété , & cette végétation sembloit avoir coulé comme un métal fondu entre chacune de ces apophises pour les lier plus fortement ensemble. Celles du côté gauche étoient plus courtes , & ressembloient à des mamellons que la Nature commençoit à recouvrir d'un nouvel os blanc , comme si elle avoit voulu rajeunir ce vieil homme.

C'est ainsi qu'une vieille souche se reproduit , & que son bois sec se recouvre d'une nouvelle écorce qui se lignifie & pousse de nouvelles branches qui vivent fort longtemps.

### I I.

M. Méry a dit qu'ayant ouvert une femme qui étoit morte sans avoir pu accoucher , & luy ayant fait l'opération césarienne , il avoit trouvé dans les intestins le mouvement peristaltique & vermiculaire fort sensible , quoique le cœur & les pōumons fussent entierement immobiles.

### I I I.

Le même M. Méry a fait voir une dissection très-exacte

de la cuisse & du pied d'une Aigle, & en a donné pour les Registres une Description, où il peint d'après Nature ce grand nombre de muscles diversement entrelassés les uns dans les autres, leurs grandeurs, leurs insertions, leurs mouvemens. On y voit dans sa source mechanique la force extraordinaire de la ferre de l'Aigle. Mais après tout, cet Ouvrage n'auroit peut-être pas intéressé la curiosité de la plupart des gens à proportion de ce qu'il a coûté à son Auteur.

## IV.

On peut dire la même chose de la dissection d'un Pelican mort à Versailles, faite aussi par M. Mery. Il fit voir les differens muscles qui servent au mouvement du cou de cet Oiseau. Ce cou est fort long, & divisé par vertèbres. Les muscles & les membranes des aîles furent aussi observés avec soin.

## V.

Le P. Gouye a communiqué à l'Academie une Description anatomique d'un Tigre rayé, faite à la Chine par les PP. Jesuites. On ne connoît guere en Europe que les Tigres dont la peau est mouchetée de taches; mais dans la Tartarie, & dans la Chine on en connoît aussi dont la peau est rayée de bandes noires; & même en ces pais-là, on prétend que ce soient deux especes differentes, quoiqu'ils ne paroissent pas avoir d'autres difference que celle-là. Le Tigre rayé que les Jesuites de la Chine dissequerent, & qui avoit été tué à la Chasse par l'Empereur, avec quatre autres, ne pesoit que 265. liv. Aussi n'étoit-il pas des plus grands. Un des autres pesoit 400. liv. Celui qui fut dissequé avoit un tiers de l'estomac plein de vers, & l'on ne pouvoit pas dire qu'il fût corrompu. Quelqu'un qui étoit present, dit qu'on avoit trouvé la même chose à un autre Tigre qu'il avoit vu ouvrir à Macao.

M. du Hamel ancien Secretaire; a lû plusieurs fois à la Compagnie des morceaux d'une Analise qu'il fait du Traité d'Aristote, *De Partibus Animalium*. Il y remarque avec

soin les differences de l'Anatomie ancienne , & de la moderne , les erreurs dont on est revenu , les incertitudes que ne subsistent plus , les ignorances qui subsistent encore. L'histoire des progrès qu'on a fait doit donner de l'esperance & du courage.



## CHIMIE.

### MESURES DES SELS VOLATILS ACIDES

#### CONTENUS DANS LES ESPRITS ACIDES.

V. Les  
Memoires  
pag. 44.

**C**E qu'on appelle Esprits en Chimie , ce sont des liqueurs , dont toute la vertu consiste en certaines particules subtiles , & actives , qui nagent dans une eau ou flegme inutile, quel'Art n'en a pû separer. Les esprits acides, tels que les esprits de sel , de nitre , de vitriol doivent toute leur force aux sels acides dont ils sont chargés , ce n'est que par ces sels qu'il faut juger de ces esprits , & comme le mélange des sels acides avec le flegme est en differente proportion dans les differens esprits acides , il seroit très utile de connoître cette proportion , toutes les fois qu'on veut faire des operations délicates , où une exacte précision est necessaire. Faute d'avoir un moyen sûr d'y parvenir , la même operation réussit differemment à différentes personnes , & quelquefois à la même.

M. Homberg s'est servi de la méthode suivante pour connoître la quantité des sels acides , quelque étroitement envelopés qu'ils soient avec leur flegme. Le sel de tartre est un puissant alcali , & qui se charge avidement des liqueurs acides. M. Homberg fait prendre à une once de sel de tartre tout ce qu'il peut porter , par exemple , d'esprit de nitre. De ce nouveau composé , il en fait évaporer



rer toute l'humidité, après quoi l'once de sel de tartre reste sèche, mais augmentée de poids par l'addition des sels acides de l'esprit de nitre qu'elle a retenus, en laissant évaporer le flegme. Cette augmentation de poids est la quantité précise de sels acides qui étoient renfermés dans l'esprit de nitre qu'on a versé sur le sel de tartre, & dont la quantité est connuë. Il en a falu verser 1. once, 2. dragmes, 36. grains; le poids du sel de tartre après l'évaporation s'est trouvé augmenté de 3. dragmes, 10. grains. Donc 1. once d'esprit de nitre contient de sel acide 2. dragmes, 28. grains.

Il est aisé de voir que la même operation faite sur une once de sel de tartre avec d'autres esprits acides, donne également la proportion des sels avec le flegme dans ces esprits. M. Homberg en a fait une table pour les principaux esprits acides, que l'on employe en Chimie.

Ce n'est pas assés de connoître quelle quantité de sel acide est contenuë dans une certaine quantité d'un esprit acide, il faut souvent encore sçavoir précisément combien un esprit pese plus qu'un autre. Pour cela M. Homberg donne un nouvel Aréometre, préférable en plusieurs choses à l'ancien. On ne peut en comparant deux liqueurs avec cet instrument se méprendre de la cinq ou sixième partie d'une goutte, que l'on ne s'en apperçoive dans l'instant, & l'erreur est très facile à réparer.

Comme la dilatation des liqueurs dans le chaud, & leur resserrement dans le froid, est un inconvenient commun à tous les Aréometres, & à toutes les méthodes de mesurer la même liqueur en différentes saisons, M. Homberg donne encore une table des differences extrêmes du volume des principales liqueurs de Chimie dans le grand chaud & dans le grand froid. Par là on se reglera à très-peu près pour les temperatures d'air moyennes.

## SUR LA MANIERE

## DE RECONNOISTRE LE SUBLIME

## CORROSIF SOPHISTIQUE

**L**Es Actes de Leipzig du mois de Decembre 1698. ont parlé d'un Livre intitulé, *J. C. Barchusen Pyroſophia*. L'Auteur y reprend quelques Chimistes d'avoir avancé, que pour reconnoître le bon ſublimé corroſif d'avec celui qui eſt ſophiſtiqué par l'arſenic, il n'y a qu'à jeter deſſus quelques gouttes d'huile de tartre par déſaillance ; que ſ'il rougit, il eſt bon, & que ſ'il noircit, il eſt altéré. Cette épreuve eſt fauſſe, parce que, dit M. Barchuſen, tout ſublimé corroſif, ſophiſtiqué ou non, étant arroſé d'huile de tartre, jaunit, puis rougit, & enfin expoſé à l'air quelque temps, noircit.

Ce fait à paru à M. Boulduc aſſés important, pour n'en vouloir croire que ſa propre expérience ; car il n'arrive que trop en Chimie que l'on en croit celle d'autrui. Il convient avec M. Barchuſen que l'épreuve eſt inutile, & que l'huile de tartre fait le même effet ſur quelque ſublimé que ce ſoit ; mais il nie que le ſublimé, quel qu'il ſoit, noirciſſe à la fin, & il a fait voir le contraire à l'Academie.

En même temps il veriſia la Critique que M. Barchuſen a faite de Glaſer, & de le Févre, qui ont dit que l'eſprit volatil de ſuccin fait efferveſcence avec les acides. M. Boulduc ayant trouvé ce même fait dans la derniere Edition de la Pharmacopée de M. Charas, l'avoit déjà fort ſouſçonné d'être faux, mais il ſ'en eſt entierement convaincu à l'occaſion de la Critique de M. Barchuſen, & il a montré à la Compagnie que le ſel volatil de ſuccin, bien loin de faire efferveſcence avec les acides, la fait avec l'huile de tartre, le plus fort de tous les alcali. Par là, il eſt bien ſûr que ce ſel eſt acide.

On voit que M. Barchusen a bien fait de ne se pas fier entièrement à de bons Auteurs, & M. Boulduc de ne se pas fier tout à fait à M. Barchusen lui-même. Les Auteurs n'ont ordinairement que trop de foi les uns pour les autres, & il faut que le Pirronisme & la défiance soient les fondemens de la science & de la certitude.

## EXAMEN D'EAUX MINÉRALES.

**M**onsieur Regis, aiant été obligé d'aller pour sa santé aux eaux de Balaruc dans le Languedoc, il ne se contenta pas d'en user comme un malade ordinaire, il les examina en Philosophe, & à son retour il grossit de ses expériences & de ses reflexions le trésor de l'Académie.

On se baigne dans ces eaux, & on en boit; mais soit que l'on se baigne, ou que l'on boive, ce n'est que quatre fois en quatre jours consécutifs. L'expérience a établi cette regle.

Les eaux de Balaruc jettent continuellement une grande fumée, qui semble avoir quelque odeur de soufre. Elles paroissent au toucher presque aussi chaudes que l'eau commune preste à bouillir; mais cette chaleur devient en très-peu de temps fort supportable. Il en va à peu près de même lorsqu'on les boit, leur chaleur semble d'abord fort grande, cependant on les avale sans beaucoup de peine; & ce qui marque bien qu'elles ne sont point du tout brûlantes, c'est que les feuilles d'oseille y conservent longtemps leur fraîcheur, & qu'un œuf frais, qui y a été trois quarts-d'heure n'en est pas plus altéré, que s'il avoit été dans de l'eau froide.

Quand on s'y baigne, elles excitent une si grande sueur que l'on ne peut guere y demeurer plus d'un quart-d'heure.

Elles rendent la peau douce; & un peu onctueuse, ce

qui semble provenir de quelque soufre doux & très-fin qu'elles contiennent , & que l'on n'en a pourtant jamais pû tirer , apparemment parce qu'il est trop volatil.

Elles sont salées au goût , & quoique cette salure semble avoir quelque rapport à celle de l'eau de la mer , elle est beaucoup moins forte , & moins désagréable.

M. Regis , aidé de M. Didier , Medecin de ce pais-là ; voulut découvrir , si ces eaux contenoient un sel volatil acide , dégagé de leur sel alcali , & qui pût par conséquent y exciter une fermentation , & y entretenir une chaleur continuelle.

Ces Messieurs trouverent ce qu'ils cherchoient. La teinture de fleurs de Mauve , qui doit rougir par les acides , & verdier par les alcali , rougit un peu aussi tôt que l'on y versa de l'eau qu'on venoit de puiser dans la source. Mais cette teinture ne recevoit aucune impression de l'eau refroidie , même quoiqu'on la réchauffât , ce qui marque un sel non seulement acide , mais très-volatil , & qui se dégage de l'eau très-promptement. L'eau de la mer froide ou chaude ne rougit nullement la teinture de fleurs de mauve , elle en éclaircit seulement un peu la couleur.

A la suite du sel acide volatil , le sel fixe & alcali se découvrit , parce qu'il resta toujours , soit après qu'on eut fait évaporer ces eaux par le feu , soit après qu'on les eut distillées au bain-marie.

La verdeur que ce sel donnoit à la teinture de fleurs de mauve , sa fermentation avec les esprits acides , & son repos , pour ainsi dire , avec les alcali , comme l'huile de tartre , ne laissèrent pas douter qu'il ne fût alcali.

Il ne laisse pas cependant de contenir encore de l'acide , car les principes des mixtes ne se séparent pas bien parfaitement les uns d'avec les autres. Une demie-once de ce sel distillée sans addition par un petit feu de reverbere , donna en peu de temps 48. grains d'un esprit constamment acide , mais assés doux.

M. Boulduc a examiné aussi par Chimie les eaux de saint Amant près de Tournay , qui se sont rendues fameuses depuis quelques années. Ce

Ces eaux mises presque à tous les essais Chimiques, ne donnent aucun indice ni d'acide, ni d'alcali, ce qui sembleroit marquer un mélange assez égal de principes. Seulement elles rendent un peu laiteuse l'eau de chaux, & blanchissent assez le vinaigre de Saturne.

M. Boulduc a observé que ces eaux évaporées par le feu, laissent pour chaque livre 12. grains d'une terre assez blanchâtre, qui en se desséchant paroît un peu étincelante, & que ces 12. grains de terre rendent 3. grains de sel, qui pourroit encore diminuer de quantité si on le redissolvoit, & qu'ensuite on le filtrât, & on l'évaporât. Mais pour faire des expériences sur ces terres, & sur ce sel, il auroit falu en avoir une plus grande quantité, que celle qu'en avoit Monsieur Boulduc, & il a remis à une autre occasion un examen plus suivi, & plus approfondi.

## DIVERSES OBSERVATIONS

### CHIMIQUES.

#### I.

**M**onsieur Lémery a dit qu'il avoit connu un Alchimiste tellement accoutumé à l'usage du Mercure, qu'il mangeoit du sublimé doux comme du pain. Il lui en a vû mâcher & avaler 4. onces en une seule fois, & l'Alchimiste assûroit qu'il en prenoit de temps en temps une pareille dose pour se purger doucement, & se purifier le sang.

#### II.

Sur le sujet des Purgatifs qui agissent si différemment selon les différens temperamens, M. Lémery a dit aussi que deux personnes qu'il avoit connues ayant demeuré cinq ou six heures & pendant un temps fort chaud, dans un lieu où il y avoit beaucoup de Roses passées, ils furent purgés pendant douze heures avec tant de violence par

haut & par bas , qu'ils crurent en mourir. Ils sentoient une humeur qui tomboit abondamment de la tête , & c'étoit apparemment que les parties volatiles des Roses avoient penetré dans les glandes du cerveau , & en avoient dissous la pituite , qui descendoit dans l'estomac.

### III.

Comme l'on parloit dans une Assemblée de la rouïlure de fer , & des inconveniens qui en arrivent à differens ouvrages , M. Homberg donna un secret de son invention pour la prévenir.

Prenés huit livres de panne de porc , ôtés-en les peaux , & tout ce qu'il peut y avoir de chair , coupés-les menu , & faites-les fondre sur le feu avec trois ou quatre cuillerées d'eau dans un pot vernissé neuf. Passés par un linge cette graisse fondue , & remettés-la ensuite dans le même pot sur un petit feu , avec quatre onces de camphre écrasé en miettes. Laissez bouïllir le tout doucement , jusqu'à ce que le camphre soit entierement dissous. Alors ôtés de dessus le feu cette composition , & tandis qu'elle est encore chaude , mêlés-y autant de plumbago qu'il en faut pour lui donner une couleur de fer. Le plumbago est la matiere dont on fait les craïons couleur de fer.

Il faut se servir de cette graisse au lieu d'huile pour en frotter le fer ou l'acier. Il doit être chaud à le pouvoir tenir à peine dans les mains , & quand il est refroidi , il le faut bien essuier avec un linge.

M. Lémery a souvent entretenu la Compagnie d'un grand Ouvrage qu'il a entrepris sur l'Antimoine , où il prétend tirer de ce mineral tout ce qui s'en peut tirer , & l'épuiser , pour ainsi dire , en le travaillant de toutes les manieres possibles , & en le combinant avec toutes les autres matieres dont le mélange pourra faire esperer quelque découverte nouvelle. Il a déjà expliqué , & a même fait voir à l'Académie un grand nombre d'opérations qu'il a

faites dans cette vûe , mais comme elles appartiennent toutes à un corps d'ouvrage qu'il rendra public , on a crû que le tout ensemble seroit plus utile & plus agreable , & qu'il valoit mieux presentement ne point entamer ce sujet.

Avant que de quitter les matieres d'Anatomie & de Chimie , il ne fera peut-être pas hors de propos de rapporter un Jugement rendu par l'Académie , & qui a rapport à l'une & à l'autre de ces sciences.

Les Gardes des Apotiquaires de la Ville de Lisle , ayant saisi chés Michel du Mont , Maître Apotiquaire de la même Ville , du *Castoreum* qu'ils prétendoient sophistiqué & mauvais , du Mont qui le souûtenoit bon , fut condamné le 28. Avril 1698. par les Mayeur & Echevins de Lisle , qui avoient pris l'avis du Corps des Medecins & Apotiquaires de la Ville. Du Mont prend à partie les Echevins & les Medecins & Apotiquaires , & appelle au Parlement de Tournay. Le Parlement par Arrest du 24. Juillet 1699. ordonne que l'Académie Royale des Sciences sera consultée sur la qualité du *Castoreum* saisi. En exécution de cet Arrest , le *Castoreum* est envoyé à l'Académie avec toutes les précautions nécessaires pour empêcher qu'il ne fût changé. Monsieur Fremin Avocat au Conseil l'ayant mis entre les mains du Secretaire , avec une copie en bonne forme de l'Arrest du Parlement de Tournay , le *Castoreum* fut examiné d'abord en particulier par les Anatomistes & les Chimistes de la Compagnie , & sur leur rapport , l'Académie fut d'avis tout d'une voix que le *Castoreum* étoit très-bon , & hors de soupçon d'avoir été sophistiqué. Le Secretaire en donna un Certificat à Monsieur Fremin , & l'on a sçû que le Parlement de Tournay avoit fait l'honneur à l'Académie des Sciences de juger en definitive conformément à son Avis.



# BOTANIQUE.

## *SUR LE PARALLELISME*

### DE LA TOUFFE DES ARBRES

#### *AVEC LE SOL QUELLES OMBRAGENT.*

**A** Mesure que l'on a les yeux plus propres à observer, les merveilles se multiplient. Dans plusieurs Arbres fruitiers, comme les Pommiers, les Poiriers, les Châtaigniers, & generalement dans ceux qui en imitent le port, tels que sont les Noyers, les Chênes, les Haïtres, la base de la touffe affecte presque toujours d'être parallele au plan d'où sortent les tiges, soit que ce plan soit horizontal, ou qu'il ne le soit pas, soit que les tiges elles-mêmes soient





perpendiculaires, ou inclinées sur ce plan ; & cette affectation est si constante , que si un Arbre sort d'un endroit où le plan soit d'un côté horisontal , & de l'autre incliné à l'horison , la base de la touffe se tient d'un côté horisontale , & de l'autre s'incline à l'horison autant que le plan.

Ces faits se sont présentés à bien des yeux qui ne les ont point vûs , mais ils n'ont pas échapé à ceux de M. Dodart , qui a bien sçû les regarder avec admiration.

Il en a recherché la cause , & a formé des conjectures.

Il remarque que les racines branchuës suivent la surface du plan, quel qu'il soit, d'où sort l'arbre, & ne poussent guere qu'entre deux terres , où elles trouvent & leur subsistance , & moins d'obstacle , que si elles piquoient au fond. Par conséquent la projection des racines doit être censée parallele au plan où est l'Arbre.

Il considere les racines , le tronc , & les branches , comme composés des mêmes fibres droites , & paralleles entre elles , qui s'étendent depuis le bout des racines par le tronc jusqu'au bout des branches.

Dans cette supposition , ces fibres sont necessairement deux plis , ou deux angles ; l'un au colet de la racine , l'autre au colet des branches. Puisque les racines sont toujours paralleles au plan qui porte l'Arbre , si l'Arbre est perpendiculaire à ce plan , il l'est aussi à la projection des racines , s'il est incliné au plan , il l'est aussi également à cette projection. Il est visible que dans le premier cas , les fibres , supposées continuës depuis l'extremité des racines jusqu'à celle des branches , font de part & d'autre deux angles droits au colet de la racine , & dans le second cas , deux angles dont l'un est obtus , l'autre aigu.

La question n'est plus que de sçavoir pourquoi la base de la touffe des Arbres se tient toujours parallele à la projection des racines , & pourquoi quand cette projection fait avec la tige de l'Arbre deux angles inégaux de part & d'autre , la touffe des branches fait avec la même tige les mêmes angles alternativement disposés , comme il est necessaire pour le parallelisme.

Sur cela, voici ce que M. Dodart imagine. Du côté où un Arbre fait un angle obtus avec son plan, & par conséquent avec la projection de ses racines, une fibre qui part de l'extrémité de la racine pour aller à l'extrémité d'une branche, fait nécessairement le même angle obtus au colet de la racine. S'il falloit qu'au colet des branches elle fît encore un angle obtus, ou même seulement un droit, il est clair qu'il faudroit qu'elle s'allongeât beaucoup. Or les fibres du bois peuvent bien se plier, mais non pas s'étendre. Cette fibre qui a fait un angle obtus au colet de la racine, doit donc au colet des branches, & du même côté en faire un aigu complément de l'obtus, pour ne pas augmenter sa longueur, & pour la conserver la même que si elle avoit fait à l'ordinaire deux angles droits aux deux colets. L'angle aigu des branches étant le complément de l'obtus des racines du même côté, il est clair que les branches & les racines sont parallèles.

De l'autre côté où ce même Arbre incliné fait un angle aigu avec son plan, & où une fibre en fait un aussi au colet de la racine, il est constant par le phénomène dont il s'agit qu'elle fait un angle obtus au colet des branches. Mais cet angle obtus n'est pas aisé à expliquer. Pourquoi cette fibre, relâchée en quelque façon par l'angle aigu qu'elle fait au colet de la racine, se redresse-t-elle pour en faire un obtus au colet des branches? quelle cause l'y oblige? pourquoi ne persiste-t-elle pas dans cet état de relâchement, & ne fait-elle pas au colet des branches un second angle aigu?

Monsieur Dodart qui se fait cette objection, y répond, que de ce côté-là de l'Arbre le pli formé par les fibres couchées les unes sur les autres depuis le centre de l'Arbre jusqu'à son écorce, est d'autant moins aigu, moins ferré, & plus rond, que les fibres approchent plus du centre, que celles qui sont les plus proches de la surface peuvent à la vérité être relâchées, mais que les autres qui les embrassent, sont bandées par la grosseur du pli, & que par conséquent elles tendent à se redresser au colet des

branches , & à y faire un angle obtus. Il faut supposer que les fibres qui ont cette disposition sont en beaucoup plus grand nombre que les autres , & les forcent même de s'accommoder à elles.

## SUR LES SELS DES PLANTES.

**I**L y a des sels essentiels de Plantes, c'est-à-dire, des sels qui en ont été tirés sans l'action du feu, si semblables par leurs effets à du salpêtre, ou à du sel commun, qu'ils paroissent avoir été sucés de la terre par ces Plantes tels qu'ils sont, & sans avoir reçu d'alteration. Mais d'un autre côté, comment deux Plantes fort différentes, & voisines l'une de l'autre, se nourrissent-elles également bien dans la même terre, si elles n'alterent pas, & ne convertissent pas chacune à leur usage particulier, les suc qu'elles en tirent.

Voyez les  
Memoires  
p. 69.

Pour éclaircir ce doute, M. Homberg prit de bonne terre de Jardin, qu'il lava avec plusieurs eaux bouillantes pour la dépouiller de tous ses sels, autant qu'il seroit possible. Ensuite il partagea 800. liv. de cette terre en quatre caisses égales, il sema en égale quantité du Cresson de Jardin dans deux de ces caisses, & du Fenouil dans les deux autres. Enfin il arrosa une caisse de Cresson & une de Fenouil, avec de l'eau où il avoit dissous du salpêtre, en sorte qu'il en entra bien deux onces dans chaque caisse; pour les deux autres, il ne les arrosa jamais qu'avec de l'eau pure.

C'étoit donc un moyen assuré de comparer ensemble deux Plantes fort différentes qui n'avoient tiré de la terre que le même sel, & en même temps une Plante nourrie dans une terre dessalée & insipide, avec elle-même nourrie dans une terre arrosée de salpêtre.

L'événement fit cette comparaison. D'abord les quatre caisses profitèrent également bien. Quand le Cresson fut monté à la hauteur de 7. ou 8. pouces, M. Homberg l'arracha, & trouva 25. onces de celui qui étoit venu dans

la terre insipide, & 27.  $\frac{1}{2}$  onces de l'autre. Nulle différence au goût, mais par l'analyse Chimique le Cresson arrosé de nitre donna un peu plus de principes actifs. Cependant cette différence étoit si legere qu'elle pouvoit ne passer que pour celle qui est inévitable entre deux analyses,

M. Homberg laissa croître le Fenouil plus long-temps que le Cresson, & la différence fut beaucoup plus grande entre les deux caisses de Fenouil, qu'elle n'avoit été entre les deux de Cresson. Le Fenouil arrosé de nitre étoit d'un tiers plus haut, d'un verd beaucoup plus beau, & pesoit 2. liv. au lieu que l'autre ne pesoit que 19. onces.

M. Homberg explique d'une maniere assés vrai-semblable pourquoi la différence a été sans comparaison plus grande entre les deux caisses de Fenouil, qu'entre les deux de Cresson. C'est que le Fenouil a crû plus long-temps. Quand la petite Plante imperceptible, & cependant déjà toute formée dans sa graine, commence à se développer, elle tire toute sa nourriture de la substance même de la graine, jusqu'à ce que cette substance étant consumée, la Plante devenuë plus forte commence à tirer les suc de la terre. Elle étoit enfermée avec la petite provision dont elle devoit subsister pendant quelque temps, de la même maniere précisément que le fœtus enfermé avec son placenta est nourri jusqu'à sa naissance des suc qu'il en reçoit. Tant que deux Plantes sont assés jeunes pour subsister de leur graine, leur condition est égale, mais quand ce petit magasin est épuisé de part & d'autre, si elles rencontrent des terres differemment disposées, elles profitent inégalement, & d'autant plus inégalement qu'elles sont plus long-temps à ne se nourrir que de ces terres différentes. Cela s'applique de soi-même aux deux caisses de Cresson & aux deux de Fenouil.

Par l'analyse Chimique, la différence des principes actifs entre les deux caisses de Fenouil a esté aussi plus grande qu'elle n'avoit esté entre les deux de Cresson.

Le Cresson qui est d'une nature alcaline, a donné tous les principes fort alcalins, même celui qui avoit été arrosé

té de nitre, où il y a constamment beaucoup d'acide.

Le Fenouil, qui est d'une nature alcaline, a donné beaucoup d'acide dans tous ses principes ; même celui qui étoit venu dans la terre dessalée.

Dela, il est aisé de conclure, & que la terre n'est jamais bien parfaitement dépotuillée de ses sels par de simples lotions, & que la plupart des sels contenus dans les Plantes, s'y forment tels qu'ils sont, ou par les ferments naturels qu'ils y trouvent, ou par les différens organes qui les filtrent.

## OBSERVATION BOTANIQUE.

**M**onsieur Reneaume a trouvé sur les feuilles d'une espece d'Erable, *Acer Montanum candidum* C B P. une humidité visqueuse, qui ne pouvoit être qu'une transpiration sensible de la Plante, car quoiqu'elle ne fût que sur le dessus de la feuille, ce n'étoit point de la rosée, l'heure n'y convenoit point, & d'ailleurs les feuilles les plus exposées au Soleil étoient les plus enduites de cette humeur. Elle est d'une douceur plus agréable que la manne, & approche du sucre. Quelques Auteurs ont parlé du suc que l'on tire de l'Erable au Printemps par incision, & ils ont même connu ce suc pour être bon à boire, & d'un goût approchant du sucre, mais ils n'ont pas parlé de cette humidité grasse, qui paroît de la même nature, & qui se trouve naturellement sur les feuilles de cet arbre. M. Reneaume en a trouvé encore sur celles de l'*Acer campestre* & *minus*, C. B. P.

M. de Tournefort a donné une Histoire assez ample du Tamarin, qui est un Arbre d'Afrique, & dont nous n'avons jusqu'ici ni figure, ni description exacte. Voyez les  
Memoires  
p. 96.

M. Marchand a lû à la Compagnie plusieurs descriptions de Plantes, faites avec beaucoup de soin, mais qui sont réservées pour un corps d'ouvrage particulier.



# MATHEMATIQUE.



## ALGEBRE ET GEOMETRIE.

### QUADRATURE D'UNE INFINITE

#### DE SEGMENTS ET DE SECTEURS

#### DE LA CYCLOIDE.

Voyez les  
Memoires  
P. 134.

**D**E toutes les lignes courbes que les Géometres nouveaux ont imaginées, & dont ils ont recherché les propriétés, celle qui a fait le plus de bruit est la Cycloïde, formée par un mouvement d'un même point d'une circonférence circulaire qui roule sur une ligne droite, & s'applique successivement par tous ses points à tous ceux de cette ligne.

A mesure qu'on l'a approfondie, on y a découvert plus de beautés. Si l'on veut qu'un Pendule fasse des vibrations inégales en des temps exactement égaux, il ne faut point qu'il décrive des arcs de cercle, mais des arcs de cycloïde. Si l'on développe une demi-cycloïde, en commençant par le sommet, elle rend par son développement une autre demi-cycloïde semblable & égale, & l'on sçait quel admirable usage M. Huguens a fait de ces deux propriétés singulieres pour perfectionner l'Horlogerie.

Il y a quelque temps que M. Bernoulli Professeur de Mathématique à Groningue proposa ce Problème à tous les Géometres de l'Europe, *Supposé qu'un corps tombât obliquement à l'horison, quelle étoit la ligne courbe qu'il devoit décrire*

*pour tomber le plus vite qu'il fût possible ?* car ; ce qui peut paroître étonnant , il ne devoit point décrire une ligne droite, quoique plus courte que toute ligne courbe terminée par les mêmes points. Ce Problème résolu, il se trouva que cette Courbe étoit une cycloïde.

Une des plus importantes connoissances que l'on puisse avoir sur les Courbes, consiste à mesurer exactement l'espace qu'elles renferment, ou seules, ou avec des lignes droites, & c'est ce qu'on appelle leur quadrature. Si cet espace se peut mesurer, quelle que soit la portion de la courbe qui y entre, & les Ordonnées ou les parties du Diametre qui le terminent avec elle, c'est la quadrature absolue, ou infinie, telle qu'on l'a de la Parabole. Mais il arrive quelquefois que l'on ne peut quarrer que des espaces renfermés par de certaines portions de la courbe, & par de certaines Ordonnées ou de certaines parties du Diametre déterminées.

On a vu d'abord que la quadrature indéfinie de la cycloïde dépendoit de celle de son cercle generateur, & que par conséquent elle étoit impossible, selon toutes les apparences. Mais M. Huguens trouva le premier la quadrature d'un certain espace cycloïdal déterminé. M. Leibnits ensuite trouva encore celle d'un autre espace, pareillement déterminé, & l'on croïoit qu'après ces deux grands Géometres, on ne trouveroit plus aucun espace quarrable dans la cycloïde. Cependant M. Bernoulli Professeur en Mathématique à Groningue a découvert dans la cycloïde une infinité d'espaces quarrables, dans lesquels sont compris, & pour ainsi dire, absorbés les deux de M. Huguens, & de M. Leibnits. C'est ainsi que la Géometrie à mesure qu'elle est maniée par de grands genies, va presque toujours s'élevant du particulier à l'universel, & même à l'infini.

Il ne faut pourtant pas croire que cette infinité d'espaces quarrables soient autre chose qu'une quadrature partielle ; car ils sont tous limités par de certaines conditions. C'est une espece qui a un nombre infini d'individus, mais enfin ce n'est qu'une espece.

*METHODE POUR TROUVER DES COURBES,  
le long desquelles un corps tombant s'approche ou s'éloigne de  
l'horison en telle raison des temps qu'on voudra, &c.*

Voyez les  
Memoires  
p. 96.

**L'**Acceleration de la chute des corps pesans, telle que Galilée l'a établie, est generally reçue. Selon cette hypothese, un corps qui tombe en décrivant une Cycloïde, emploie toujours des temps égaux, quoiqu'il s'approche inégalement de l'horison, & qu'il tombe de plus ou de moins haut.

Mais, en supposant toujours la progression de Galilée pour l'acceleration de la chute, si l'on vouloit que ce même corps s'approchât également de l'horison en des temps égaux, ce ne feroit plus par une Cycloïde qu'il devoit tomber, mais par quelqu'autre Courbe.

La hauteur & l'acceleration de la chute se prennent toujours sur une ligne droite perpendiculaire à l'horison, qui devient l'axe de la Courbe, & dont les différentes parties répondent à differens arcs.

La Cycloïde est telle que si un corps qui la décrit tombe d'une plus grande hauteur, & acquiert par conséquent une certaine augmentation de vitesse, réglée par l'hypothese de Galilée, l'arc cycloïdal plus grand qu'il a à décrire, consume précisément ce plus de vitesse, de sorte que le corps n'en tombe ni plutôt pour avoir acquis plus de vitesse, ni plus tard pour avoir eu plus de chemin à faire, & de là vient l'égalité des temps malgré l'inégalité des arcs.

Mais dans l'autre Courbe que l'on cherche, il faut qu'un corps qui tombe de deux fois plus haut, y employe deux fois plus de temps, c'est-à-dire, que l'arc plus grand qu'il aura à décrire soit tel qu'il ne puisse être décrit qu'en deux fois plus de temps, quoique la vitesse soit augmentée.

Il est clair que plus cette Courbe s'éloigne de l'origine de la chute du corps, plus elle doit s'incliner & se coucher vers l'horison. Car il faut que le corps dont la vitesse aug-



mente toujours, fasse d'autant plus de chemin qu'il approche plus de l'horifon, & il faut pourtant qu'il n'en approche qu'autant qu'il faisoit au commencement. Or il n'y a qu'un chemin fort incliné, & fort oblique, par où l'on puisse marcher beaucoup, & avancer peu.

M. Leibnits & Messieurs Bernoulli ont trouvé que cette Courbe étoit une seconde Parabole cubique. Elle a une chose remarquable, c'est que le corps qui la doit décrire pour s'approcher également de l'horifon en temps égaux, ne peut pas la décrire dès le commencement de sa chute. Il faut qu'il tombe d'abord en ligne droite d'une certaine hauteur, que la nature de cette parabole détermine, & ce n'est qu'avec la vitesse acquise par cette chute qu'il peut commencer à s'approcher également de l'horifon en temps égaux. Que l'on commence à mouvoir ce corps, selon cette parabole avec un degré de vitesse égal à celui qu'il auroit acquis par cette chute, il est visible que c'est la même chose.

Au lieu de regler l'égalité de la chute de ce corps par rapport à l'horifon, on la peut prendre par rapport à un point qui sera dans l'axe de la Courbe, & alors la Courbe prend une autre courbe pour tendre toujours à ce point, & devient différente de ce qu'elle étoit. Ce Problème qui contient de nouvelles difficultés a été encore résolu par M. Leibnits, & par Messieurs Bernoulli.

Mais M. Varignon a trouvé toutes ces solutions encore trop limitées, & il les donne ici dans des termes infiniment plus généraux. La chute des corps par rapport à l'horifon sera non seulement égale en temps égaux, mais proportionnée au temps de telle façon que l'on voudra. De plus, il n'est point nécessaire de supposer la progression de Galilée pour l'accélération; telle autre progression, qu'on voudra imaginer, sera admise. Enfin l'on avoit toujours supposé dans ces Problèmes, que les directions des corps pesans, c'est-à-dire, les lignes droites par lesquelles la pesanteur les fait tendre à un centre, sont parallèles dans leurs différentes positions; ce qui n'est vrai que dans des petites étendues, & sensiblement, mais non pas mathématique-

70 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
ment, & à la rigueur, puisque toutes les directions des  
corps pesans concourent au centre de la terre. M. Varignon  
a encore donné une solution sur le pied de ces directions con-  
courantes.

Tout cela ne regarde que la chute d'un corps prise par rap-  
port à l'horison, mais si on la prend par rapport à quelque  
point seulement, M. Varignon ne se contente pas de mettre  
ce point dans l'axe de la courbe, comme on avoit fait, il  
le met dans toutes les autres situations possibles pourvû que  
ce soit toujours dans le plan de la courbe. Ce point ainsi  
promené dans toutes les places qu'il peut avoir, donne plu-  
sieurs propositions nouvelles, & quelques autres déjà con-  
nuës, mais aussi curieuses que les nouvelles, parce que l'es-  
prit voit avec plaisir des principes tout nouveaux reproduire  
d'anciennes verités.

Par exemple, en supposant que ce point, dont le corps  
qui tombe s'approche toujours également, est infiniment  
éloigné suivant une ligne horizontale, on voit renaître la Pa-  
rabole que Galilée fait décrire au boulet de canon tiré hori-  
zontalement. Le chemin que Galilée a pris, & celui de M.  
Varignon sont si differens, que l'on pourroit presque être  
surpris qu'ils conduisissent à la même verité.

C'est là l'avantage des methodes generales, elles don-  
nent tout à la fois toutes les verités d'une espece. Celles  
que l'on avoit pû jusque là découvrir en particulier, se trou-  
vent envelopées dans cette multitude, où l'on n'a plus que  
la peine de les reconnoître.

---

## SUR LES EQUATIONS

### DU SECOND ET DU TROISIE'ME DEGRE.

Voyez les  
Memoires  
P. 142.

**C**Eux qui ont la plus legere teinture de l'Algebre con-  
noissent la difficulté de résoudre les équations, dès  
qu'elles vont au second degré. M. Varignon a trouvé pour

ce second degré, & de plus pour le troisième, une même methode si simple & si facile qu'on peut être surpris qu'il l'ait trouvée le premier.

Quoique l'extrême nécessité dont est l'Algebre à toutes les parties des Mathématiques, ait été cause que les plus habiles Mathématiciens ont fait tous leurs efforts pour la perfectionner, il faut convenir cependant qu'elle est jusqu'à présent assez imparfaite, & que plusieurs Méthodes qu'on y desireroit sont encore à découvrir. Il y a plus; M. Rolle prétend que des Méthodes Algebraïques reçues par de bons Auteurs, & qui passent pour sûres, sont fort défectueuses, & quelquefois fausses. Ce seroit déjà faire beaucoup que d'en désabuser les Algebristes, & de prévenir les erreurs où elles les conduiroient; mais M. Rolle espere aller plus loin, & substituer en leur place de meilleures Méthodes. Tout cela fait partie d'un grand Ouvrage qu'il medite, & l'on n'a pas jugé à propos jusqu'à présent d'en rien détacher.

## SUR LA DUPLICATION

### D U C U B E.

**L**E Problème de la duplication du Cube est fameux par l'inutilité de tous les efforts qu'on a faits pour le résoudre. Le Docteur Jean-Raimond Coninkius Maître de la Chapelle du Palais de Lima, a imprimé à Lima en 1696. un petit Livre, où il prétend en avoir trouvé la solution. Ce Livre ayant été envoyé à l'Academie par M. Bruynsteen Tresorier de la Ville de Bruges, qui la prioit d'en dire son sentiment, elle chargea M. de la Hire de l'examiner, & il en découvrit le Paralogisme quoi qu'assés envelopé.



# ASTRONOMIE.

## *SUR LE RETOUR DES COMETES.*

Voyez les  
Memoires  
P. 36.

**P**Lus le Systême que les anciens se faisoient de l'Univers étoit , pour ainsi dire , petit & étroit , plus il est beau à Apollonius Myndien d'avoir conçu la noble idée que les Cometes sont des astres reguliers , & d'avoir osé prédire , qu'un jour on découvroiroit les regles de leur mouvement.

Cette prédiction , qui n'a pû partir que d'un grand genie , n'a pas encore eu son effet , & l'on peut raisonnablement s'en prendre au peu de progrès que l'Astronomie a fait depuis Apollonius. Peut-être aussi cette pensée , toute magnifique qu'elle est , n'est-elle pas vraie ; cependant M. Cassini y trouve jusqu'à présent beaucoup de vraisemblance , & il en apporte tant de preuves , qu'il semble devoir être l'Astronome prédit par Apollonius.

Il suppose que les Cometes décrivent des cercles prodigieusement excentriques à la terre , & qui le sont à tel point que nous ne pouvons voir ces astres que dans une très-petite partie de leur revolution. Hors de là , ils vont se perdre dans des espaces immenses , où ils se dérobent & à nos yeux & à nos lunettes,

Cette petite partie de leur cercle , qui est la plus proche de nous , M. Cassini la fait passer entre les cercles de Venus & de Mars. Quand il a pû découvrir par la paralaxe la distance de quelques Cometes , comme de celles de 1652. & de 1680. il les a trouvées dans cet espace du Ciel. Des Cometes plus éloignées n'auroient plus de paralaxe

tallaxe sensible, & l'on a même bien de la peine à vérifier celle de Venus & de Mars.

Sur ces suppositions, M. Cassini prouve par un parallèle des Planetes & des Cometes, que ces astres pourroient bien être également reguliers.

1. Quand on considere la route des Cometes par rapport aux étoiles fixes, on voit qu'elles suivent assés longtemps un arc d'un grand cercle de la Sphere, c'est-à-dire, d'un cercle dont le plan passe par le centre de la terre, mais elles s'en détournent un peu, principalement sur la fin de leur apparition, & ce détour devient plus sensible à mesure qu'elles approchent plus de cette fin. Cela paroît irregulier, cependant les Planetes elles-mêmes en font autant. Leur orbite coupe toujours l'Ecliptique en deux points, qu'on appelle leurs Nœuds. S'ils étoient fixes & immobiles, ils seroient diametralement opposés, & l'orbite d'une Planete seroit un grand cercle, aussi bien que l'Ecliptique, mais comme les nœuds changent continuellement, il arrive que pendant qu'une Planete qui a traversé l'Ecliptique, par exemple, au 1. degré d'Aries, va jusque dans Libra, ses nœuds ont changé de place, & ce n'est plus au 1. degré de Libra qu'elle repasse l'Ecliptique, mais un peu en deçà, ou au-delà. Ainsi son orbite n'est point exactement un grand cercle de la Sphere. Ce détour de la Planete causé réellement par le mouvement des nœuds, paroît encore plus grand ou plus irregulier qu'il n'est en lui-même, parce que la terre n'étant pas le centre du mouvement des Planetes, excepté celui de la Lune, ce qui seroit égal en soi ne l'est pas à nos yeux; ce qui est inégal l'est encore davantage pour nous, & le mouvement des Planetes & celui de la terre se compliquant différemment, il en résulte beaucoup d'irregularités apparentes. A plus forte raison, cela s'applique-t-il aux Cometes.

2. Les Cometes, ainsi que les Planetes, paroissent aller d'autant plus vite qu'elles sont plus proches de la terre, & quand elles sont à égales distances du perigée, c'est-à-

dire, de ce point où elles en sont le plus proches, leur vitesse est à peu près la même. On peut ôter de leur mouvement l'inégalité apparente de vitesse causée par le différent éloignement où elles sont de la terre, & leur trouver ainsi un mouvement égal, mais on n'est pas certain que ce mouvement soit le vrai, parce que des inégalités réelles pourront n'être pas sensibles dans la petite partie que nous voyons de la révolution d'une Comete. Il est même vraisemblable que leur véritable mouvement, aussi bien que celui des Planetes, est inégal en soi. Ainsi les observations faites pendant l'apparition d'une Comete, ne sauraient donner le temps de sa révolution entière.

3. Il n'y a point deux différentes Planetes, dont l'orbite coupe l'Ecliptique sous le même angle, dont les nœuds soient aux mêmes points de l'Ecliptique, & dont la vitesse apparente au perigée soit la même. Et par conséquent deux Cometes vûes en differens temps, qui conviendroient dans ces trois choses principales, pourroient bien n'être que la même Comete.

Telles ont été les Cometes de 1577. & de 1680. celles de 1652. & de 1698. & c'est beaucoup que depuis 1680. jusqu'en 1698. c'est-à-dire, en 18. ans, il ait paru deux Cometes que l'on puisse soupçonner d'être les mêmes que deux autres, dont l'une est du siècle passé, & l'autre n'est que du milieu de ce siècle.

Ce n'est pas que cette exacte conformité dans les trois points que nous avons marqués, soit nécessaire afin que deux Cometes n'en soient qu'une, elle n'est nécessaire que pour nous le faire juger. Les nœuds d'une Comete peuvent changer d'une révolution à l'autre, elle peut couper l'Ecliptique sous un angle différent, son excentricité, & par conséquent sa distance à l'égard de la terre, & sa vitesse apparente peuvent varier. M. Cassini trouve dans la Lune seule des exemples de toutes ces irregularités, & une Comete qui les auroit n'en feroit que plus semblable à une Planete, mais en même temps il seroit bien plus difficile de la reconnoître à son retour pour la même, &

ce ne feroit qu'après un grand nombre de revolutions, & une experience de plusieurs siecles, que l'on pourroit trouver des periodes de ces variations, & s'assurer de la Comete.

Aussi y en a-t-il quelques-unes, qui, malgré des differences considerables, paroissent à M. Cassini pouvoir être accordées, mais il n'est pas encore temps d'y penser, & ce soin doit être renvoyé aux siecles avenir.

Encore une difficulté de juger des retours d'une Comete, c'est que quelque reguliers, & quelque uniformes qu'ils fussent, elle peut n'être ni reconnuë, ni même apperçue. Sa grandeur peut diminuer ou réellement, ou seulement en apparence, comme celle du cinquième Sateellite de Saturne, que l'on voit décroître, & qu'enfin l'on perd de vûë pendant une moitié de chaque revolution, lors même qu'il approche de la terre. S'il en arrivoit autant à une Comete vers son perigée, nous ne la verrions point. De plus, si en venant à ce perigée, elle y trouve le Soleil, elle marchera de jour, & sera effacée. Enfin, c'est la queue qui fait reconnoître les Cometes, & une Comete qui perdrait la sienne par quelque cause que ce pût être, ne se feroit point démêler dans le Ciel. Cette queue, qui est d'une consistance si délié que l'on voit les étoiles à travers, doit être assés sujette à devenir invisible, soit par la constitution de l'air interposé, soit par des alterations réelles qui lui arrivent.

Mais quelles que soient toutes ces difficultés, que ne peut-on point esperer d'une longue suite d'observations, & de l'ingenieuse opiniâtreté des Astronomes?

## OBSERVATIONS D'ECLIPSES.

**A**vant l'Eclipse de Lune qui devoit arriver le 15. Mars au soir, M. le Févre en donna à l'Académie le calcul suivant. Voyez Les Memoires p. 13. & 18.

Le commencement devoit être à	5 <sup>h</sup>	56'	41"
Le milieu à	7	22	7
La fin à	8	47	33
La grandeur de	7 doigts.	42'	

En comparant cette prédiction avec les observations qui furent faites par M<sup>rs</sup> Cassini & de la Hire, & qui sont imprimées dans les Memoires, on jugera de quelle précision est aujourd'hui l'Astronomie, & de quelle justesse sont les Tables de M. le Févre.

Voyez les  
Memoires p.  
163. & 164.

Il y eut aussi le 23. Septembre une Eclipsé de Soleil observée avec le même soin par les mêmes Astronomes.

Voyez les  
Memoires  
p. 276.

On verra dans l'Ecrit de M. Cassini jusqu'où peut aller sur cette matiere l'industrie humaine.

Il considere l'ombre qui fut jetée par la Lune sur la surface de la terre.

Il en décrit le mouvement d'Occident en Orient déclinant vers le Midi, & le fait commencer par les parties Orientales de l'Amérique Septentrionale, & finir à la partie Occidentale de la Chine après avoir traversé le milieu de l'Amérique, & l'Equateur. Cette ombre ne s'étendit presque que sur la moitié Septentrionale de nôtre Hemisphere, & même du côté du Pole il en tomba une partie à faux, & qui ne put rencontrer la terre.

Il prend dans cette ombre la ligne du milieu qui passoit par les centres du Soleil & de la Lune, & formoit la plus épaisse obscurité. Il la promene de la même maniere sur la surface de la terre, & trouve en la traçant tous les lieux qui ont vû l'Eclipsé centrale. Des deux côtés de cette ligne, l'ombre étoit plus legere, & l'Eclipsé n'y pouvoit être que partielle; & elle étoit d'autant plus petite, & l'ombre d'autant plus foible, que les lieux étoient plus proches des extrémités de l'enceinte obscure.

Il détermine la vitesse de cette grande ombre qui couroit sur la terre. Un boulet de canon ne va pas si vite dans l'air.

Il en regle jusqu'à la figure. Quand la ligne tirée par les centres du Soleil & de la Lune, passe aussi par celui de la terre, & par conséquent lui est perpendiculaire, la



projection de l'ombre est ronde ; sinon , elle est oblongue , & d'autant plus irreguliere que les rayons extrêmes qui l'enferment sont plus inclinés , & plus differemment inclinés aux différentes parties de la terre , où ils tombent. Cette obliquité de la projection de l'ombre fait en même temps qu'elle est plus étendue , & qu'elle ne passe pas si rapidement. Les raïons qui terminent l'ombre sont encore écartés , & jettés en dehors par la refraction , & l'ombre en augmente d'autant.

M. Cassini ayant trouvé les lieux qui ont pû voir l'Eclipse centrale , cherche s'ils ont pû aussi la voir totale. Cet effet dépend de l'égalité des Diametres apparens du Soleil & de la Lune. Si celui du Soleil est un peu plus grand , l'Eclipse est annulaire , & il reste au Soleil une circonference lumineuse , qui fait une bordure au disque obscur de la Lune. Si le Diametre apparent de la Lune est le plus grand , l'Eclipse est , pour ainsi dire , plus que totale , & le Soleil est entierement caché pendant quelques momens. Si les deux Diametres sont parfaitement égaux , l'Eclipse est totale & pour un seul instant.

Ils pouvoient être au temps de cette Eclipsé affés parfaitement égaux , cependant il faut encore avoir égard aux différentes heures du jour où l'Eclipsé centrale a été vûë en differens lieux. La Lune n'est pas si éloignée de la terre , que la difference de ses éloignemens lorsqu'elle est à l'Horison ou au Meridien , ne soit sensible. Elle est à l'Horison plus éloignée , & par consequent plus petite , elle est plus proche & plus grande au Meridien. Il est vrai que les yeux disent le contraire , mais ce n'est qu'un jugement de l'ame dont les Philosophes connoissent l'erreur , & qui ne change rien à la variation réelle que doivent produire les différentes distances. Outre cette variation , il faut encore faire entrer dans le calcul de la grandeur du Diametre apparent de la Lune , une diminution d'une seconde par heure , parce que dans le temps de l'Eclipsé la Lune alloit vers son Apogée , & s'éloignoit du centre de la terre , de sorte que ceux qui n'ont vû que la fin de l'E-

clipse, ont dû voir le Diametre de la Lune un peu plus petit. On peut juger par là quels scrupules sont nécessaires pour la perfection de l'Astronomie, & combien de minuties importantes y doivent être observées.

## OBSERVATION DE JUPITER.

Voyez Les  
Memoires  
p. 103.

**L**Es variations des Taches de Jupiter, les Bandes qui tantôt s'élargissent, & tantôt s'étrecissent, qui se separent, & puis se confondent, sont des changemens à peine sensibles par les meilleures Lunettes, & cependant plus considerables, que si l'Océan inondoit toute la terre ferme, & laissoit en sa place de nouveaux continents. Il faut que la terre en comparaison de Jupiter soit bien tranquille, & bien exempte de revolutions physiques. Ce ne sont donc pas de petits objets pour les Contemplateurs de la Nature que les changemens qu'on apperçoit sur la surface de cette Planete, & c'est aussi pour les Astronomes une étude importante, parce qu'on ne peut s'assurer en combien de temps Jupiter tourne sur son axe, que par des taches fixes & invariables dont on aura exactement mesuré les retours. On pourra voir dans l'Ecrit de M. Cassini l'Histoire des Taches de Jupiter, & les consequences qu'il en tire.

## OBSERVATIONS D'UNE ETOILE SUR LE DISQUE DE LA LUNE.

Voyez Les  
Memoires  
p. 151.

**L**E P. Fueillée, Minime, habile Astronome, envoya à M. Cassini une observation singuliere qui fut communiquée à l'Académie.

Le 7. Mars 1699. à 9<sup>h</sup>. 39'. du soir à Marseille, il observa la corne Meridionale de la Lune, qui passant par les

Hyades , alloit cacher l'Etoile qui est au côté Occidental d'Aldebaram , marquée par Bayer .

Ce qu'il y eut de particulier , c'est que l'Etoile après avoir touché le bord lumineux de la Lune , & devant par conséquent être cachée , ne laissa pas de paroître pendant quelques secondes sur le disque éclairé de cette Planete ; elle sembloit avancer pendant ce temps-là , après quoi elle disparut tout-à-fait.

Une Atmosphere qui enveloperoit la Lune expliqueroit bien cette apparence , car l'Etoile étant veritablement cachée , & ses raïons directs ne pouvant plus venir à nous , ses raïons rompus par cette Atmosphere y seroient parvenus , & nous auroient fait rapporter son image sur le disque de la Lune.

Mais il n'y a d'ailleurs nulle vraisemblance que la Lune ait une Atmosphere. Aussi M. de la Hire ayant pris son temps le 19. Aoust pour faire la même observation que le P. Fueillée , & l'ayant faite avec le même succès , imagina une autre cause de ce Phenomène. Il y fut d'autant plus obligé qu'il avoit vû l'Etoile s'avancer toujours d'un mouvement égal vers le bord de la Lune. Or si la Lune avoit une Atmosphere , dès que l'Etoile l'auroit jointe , & que ses raïons s'y seroient rompus , ils viendroient à l'œil sous d'autres angles qu'ils n'y venoient avant la refraction , & changeroient la grandeur apparente du chemin que faisoit l'Etoile.

Les objets lumineux éloignés paroissent plus grands qu'ils ne devroient , car à cause de la distance les raïons étant plus aisés à réunir , ils se réunissent en deça de la Retine , & y vont former après s'être séparés , une plus grande image , mais confuse. Les Lunettes retranchent cette fausse & vicieuse augmentation , mais apparemment elles ne la retranchent pas entierement , & M. de la Hire conjecture que l'Etoile est vûë sur le disque de la Lune , autant de temps qu'elle se rencontre avec la fausse augmentation de l'image de la Lune , après quoi le corps de la Lune cache veritablement l'Etoile.

SUR LA PARALLAXE ANNUELLE  
DE L'ETOILE POLAIRE.

Voyez les  
Memoires  
p. 177.

**D**Ans le Systême de Copernic, l'axe de la terre toujours parallele à lui-même doit décrire par son mouvement annuel une espece de Cilindre, qui prolongé jusqu'au Ciel des Etoiles fixes y trace par sa base une circonference circulaire. Chaque point de cette circonference est le Pole du monde pour le jour de l'année qui lui répond, & par conséquent le Pole apparent de la terre ou du monde doit dans le cours d'une année changer incessamment. C'est cependant ce qui ne s'observe point, & cette objection fut proposée d'abord contre l'Hypothese du mouvement de la terre.

On ne peut s'en sauver autrement, qu'en supposant l'orbe annuel de la terre si petit par rapport à la distance d'ici aux Etoiles fixes, que cette base de Cilindre qui lui est égale, ne doive pas être comptée pour une circonference, mais seulement pour un point, & pour un centre.

Cette circonference qui n'est qu'un point a un Diametre double de la distance d'ici au Soleil, c'est à dire un Diametre de 26. millions de lieuës; & quelque idée que l'on ait de l'immensité de ces espaces, il semble que ce soit toujours une supposition violente & forcée de ne compter une pareille circonference pour rien, & qu'il seroit plus avantageux au Systême de Copernic, qu'on la trouvât du moins de quelque petite étenduë. Ce seroit même une démonstration de la verité de ce Systême, si l'on decouvroit quelque changement dans les Poles, qui ne pût venir que du mouvement de l'axe de la terre.

M. Flamsteed, grand Astronome Anglois, a observé qu'en différentes saisons de l'année, la distance qui est entre le Pole, & l'Etoile Polaire, varie, & il a crû que cette variation étoit celle que le mouvement de la terre doit produire.

Monsieur

Monsieur Cassini le fils, qui a examiné l'Ecrit de Monsieur Flamsteed, convient de ses observations, qui s'accordent avec celles qui ont été faites à l'Observatoire Royal, mais il en nie les conséquences, & soutient que les variations de distance de l'Etoile Polaire, & du Pole, ne sont point telles qu'elles devroient être, supposé le mouvement de la terre. Ses raisonnemens sont trop Géométriques, & trop Astronomiques, & il ne nous est pas permis d'y entrer.

Quelle sera donc la cause de ces variations, qui ne sont point contestées ?

Les Etoiles fixes pourroient bien tourner sur leur centre, puisque le Soleil qui en est une, tourne sur le sien, & quelques unes peuvent avoir des Hemispheres inégalement lumineux. Quand elles tournent vers nous, l'Hemisphere le plus éclatant, elles paroissent plus grandes, & par conséquent plus proches de leurs voisines. De plus, il n'y a guere d'apparence que les Etoiles fixes soient parfaitement fixes. Le moyen qu'elles ne fussent pas un peu flotantes dans ce grand liquide qui les contient, & qui est toujours en mouvement ?

## SUR DES PARÉLIES

**L**E 13. Mai sur les 9. ou 10. heures du matin, le Ciel donna à Marseille un assés beau spectacle. Un grand cercle blanc & vivement marqué, de 69. degrés de diamètre, passant par le centre du Soleil, s'étendoit sur des nuées, ou sur des vapeurs parallèlement à l'horison, & avant son centre dans une ligne perpendiculaire tirée du Zenith. Un autre cercle de 22. degrés de rayon ou environ, couronnoit le Soleil, & avoit le même centre. Dans les deux points où cette couronne & le cercle horisonal se coupoient, M. Chazelles vit deux Parélies, mais foibles, & le P. Fucillée qui observa dans la même Ville, en vit encore quelques autres mal formés au-delà des intersections,

& cela à diverses reprises. Le Phénomene dura en tout plus de deux heures & demie.

Cette observation ayant été communiquée par le P. Fueillée, & par M. Chazelles à M. Cassini, il la trouva parfaitement conforme à l'Hypothese de M. Mariotte dans son *Traité des Couleurs*. Il seroit inutile de la repeter ici. En general, ce sont une infinité de petites parcelles de glace flottantes dans l'air, qui causent ces apparences. Elles multiplient le Soleil, soit en rompant ses rayons, & en le faisant paroître où il n'est point, soit en les réfléchissant, & en servant de miroirs. Les loix connues de la Réflexion & de la Réfraction ont donné prise à la Géometrie sur ces Phénomènes, & ç'a été par des calculs Géometriques que M. Mariotte a déterminé la figure précise des petites parcelles de glace, & même leur situation dans l'air. La grandeur des Couronnes ou des Cercles qui accompagnent les Parélies, & les couleurs dont ils sont quelquefois peints, ont été réglées par les mêmes calculs, & ce n'est pas une petite gloire à l'art qui a prescrit toutes ces mesures, que la Nature les redonne toujours telles qu'il les a établies, & semble en quelque sorte s'y assujettir.



## G E O G R A P H I E.

**O**N sçait assés qu'il faut aller chercher dans le Ciel les mesures de la terre, & que la Géographie dépend des observations Astronomiques. Les P. P. Jesuites en ont fait un grand nombre dans les differens climats où ils sont répandus pour la propagation de la Foi, & où souvent les Mathématiques donnent une entrée plus facile au Christianisme. Le P. Gouye ayant ramassé ces observations en a fait tous les calculs, & en a tiré les positions de plusieurs Villes. Il a choisi les opérations les moins douteuses, il a eu égard à l'erreur qu'il a pu soupçonner dans

les Instrumens, il a pris des nombres moïens entre les plus grandes differences, qui resultent de differentes observations faites à même fin,

On ne donnera ici ni les observations des P. P. Jesuites, ni les calculs du P. Gouye, mais seulement les resultats.

Les longitudes ont été prises sur des Immersions ou Emerfions des satellites de Jupiter, que le P. Gouye a réduites au Meridien de Paris, par les Tables de Monsieur Cassini, & par les observations les plus proches qu'il a trouvé avoir été faites à l'Observatoire.

## POSITIONS

## DE QUELQUES VILLES DE LA CHINE.

*Pekim.*

Latitude sept. à la Maison des Jesuites.  $39^{\circ} 54'$ .

Longitude.  $136. 46. 50$ .

Il faut remarquer que l'on suppose ici, & que l'on supposera toujours dans la suite, que la longitude de Paris est de  $22^{\circ} 3'$ .

*Ning-po ou Liampo.**dans la Province de Chekiam.*

Latitude sept.  $29^{\circ} 56'$ .

Longitude.  $141. 18$ .

Le Cap de Ning-po est environ de cinq lieues plus Oriental que Ning-po, ce qui donne à peu près  $15'$  de degré en longitude.

Le Cap Vert est plus Occidental que Paris de  $190. 30'$ .

Ce qui donne la difference en longitude entre le Cap Vert & Ning-po de  $138^{\circ} 33'$ .

Cependant le P. Coronelli dans son grand Globe la met de  $163^{\circ} 37'$ .

*Kiam Cheu.**Ville du premier ordre dans la Province de Xanfi.*

Latitude sept.  $35^{\circ} 37'$ .

Longitude.  $131. 39. 15$ .

*Nan Kim.*

Latitude sept.  $32^{\circ} 4'$ .

L ij

Longitude.

139°.

*Xambay.*

*Ville du troisieme ordre sur la Côte Orientale de la Chine , & sur une grande Riviere nommée Hoampou à quatre petites lieues de la Mer.*

Latitude sept.

31°. 16'.

Les observations d'où l'on a tiré cette latitude ne sont pas entierement sûres. Il peut y avoir deux minutes de difference.

Longitude.

141. 41. 45.

*Si-nghan-fu.**Capitale de la Province de Xenfi.*

Latitude sept.

34. 16. 45.

Longitude.

129. 6. 45.

*Nam-cham fu.**Capitale de la Province de Kiamfi.*

Latitude.

28°. 40.

*Kam-cheu-fu de Kiamfi.*

Latitude.

28. 49. 54.

*Nan-ghan-fu de Kiamfi.*

Latitude.

25. 27. 31.

*Xoachen.*

Latitude.

24. 44. 10.

Elle est douteuse.

*Canton.*

Latitude.

25. 7. 46.

Longitude.

133. 13. 15.

Quoique la latitude soit differente de toutes celles qu'on a eues jusqu'à present de cette Ville, on peut s'y fier davantage, parce qu'elle est tirée d'observations plus exactes, & en plus grand nombre.

*Su-cheu-fu.**Dans la Province de Namkim.*

Latitude.

31. 17. 50.

Longitude.

140. 16. 15.

Les observations, d'où le P. Gouye a conclu ces latitudes & longitudes, qui serviront à rectifier la Carte de la



Chine, sont dûes aux P. P. de Fontenay, le Comte, Bouvet, Gerbillon, & Vissdelou.

L'Académie reçut aussi au mois de Juin une lettre du P. de Fontenay datée du 8. Novembre 1697. à Tchaotcheou, Ville du premier ordre de la Province de Canton. Il rendoit compte à la Compagnie d'une observation qu'il avoit faite de Mercure dans le Soleil à Tchaotcheou le 3. Novembre 1697. Quoiqu'il ne la crût pas lui-même entièrement exacte, le P. Gouye en fit les calculs, pour la comparer à l'observation de Paris. Il trouva par cette comparaison que la sortie totale de Mercure hors du Disque du Soleil, qui fut vûë à Tchaotcheou à 3<sup>h</sup>. 48' 44" après midi, fut vûë à Paris à 8<sup>h</sup>. 10' 24". du matin, que par conséquent la difference des Meridiens de Tchaotcheou & de Paris est de 7<sup>h</sup>. 38' 20", qui évaluées en degrés, & ajoutées à la longitude de Paris, donnent la longitude de Tchaotcheou de 137. 5' 30".

D'un autre côté le P. de Fontenay juge par estime que Tchaotcheou est plus Oriental que Canton de 3° 30'

D'où resulteroit la longitude de Canton de 133. 35. 30.

On l'a trouvée par les Satellites de 133. 13. 15.

Ce qui est une assez grande conformité pour de si grandes distances, & dans des opérations si délicates.

## POSITIONS

### DE QUELQUES VILLES DE TURQUIE ET D'ARMENIE

#### *Smyrne.*

Latitude. 38. 12. 30.

Coronelli la met de 39. 15.

#### *Trebisonde.*

Latitude. 41. 3. 54.

Riccioli la met de 43. 11.

Longitude. 65. 0. 45.

Coronelli la met de 71. 30.

#### *Erzeron.*

Latitude. 39. 56. 35.

Longitude.

68. 45. 45.

*Erwan.*

Latitude.

40. 19. 33.

C'est des observations du P. de Beze, que le P. Gouye a tiré ces conclusions.

M. des Hayes, qui avoit déjà fait des voïages de long cours, & un grand nombre d'observations, pour perfectionner la Géographie, aïant été envoyé par le Roi en Canada dans le même dessein, en a rapporté une Carte Marine de sa façon, qui comprend le cours de la Riviere de S. Laurent, depuis son embouchure jusqu'au Lac Ontario. Il demanda au Roi un Privilege pour la publication de cette Carte, & Sa Majesté fit l'honneur à l'Académie de la lui renvoyer à examiner. L'Académie l'a jugée fort exacte, & d'une grande utilité pour la Navigation de la Riviere de S. Laurent.



## O P T I Q U E.

### SUR LA MULTIPLICATION DES IMAGES PAR LES VERRES PLANS.

Voyez les  
Memoires  
p. 75. & 139.

**T**Out le monde a remarqué que quand on est proche d'un Miroir, & qu'on y regarde par une ligne assés oblique à sa surface l'image d'une bougie, qui en est proche aussi, on la voit multipliée plusieurs fois, & que ces diverses images qui sont quelquefois au nombre de 4 ou 5. vont toujourns s'affoiblissant depuis la premiere & la principale.

S'il n'y en avoit que deux, la chose feroit sans difficulté. On comprend d'abord qu'il doit se faire deux images,

parce qu'il se fait deux réflexions différentes, l'une sur la première surface du Miroir, & l'autre sur l'étain appliqué derrière la glace. Car de tous les rayons qui vont frapper la première surface du Miroir, il n'y en a que la plus petite partie qui s'y réfléchisse, les autres en se rompant pénètrent dans l'épaisseur de la glace, vont rencontrer l'étain qui la termine, s'y réfléchissent, & sortent du verre par une seconde réfraction. Comme ces derniers rayons sont en plus grand nombre, l'image qu'ils forment est la plus vive.

Mais selon cette explication, on ne peut trouver que deux images, & cependant il en paroît plusieurs.

Il en va de même de cet autre Phénomène. Que l'on voye dans l'obscurité un objet lumineux, comme une bougie, au travers d'un verre plan & bien poli, on le verra multiplié plusieurs fois, & les images diminuant de vivacité par degrés, & séparées par des intervalles égaux, le tout d'autant mieux & plus distinctement, que la ligne menée de l'objet à l'œil sera plus oblique sur le verre.

Pour donner l'explication de ce dernier Phénomène, auquel le premier se réduit aisément, Monsieur de la Hire ne se sert que des principes les plus simples de l'Optique.

Un point lumineux est le sommet d'un cône de rayons, dont la base est la prunelle, & ses rayons réunis par les réfractions de l'œil, vont frapper la retine en un seul point, & y tracent une image unique du point lumineux.

Cette image ne peut jamais être double, à moins que par quelque cause que ce soit un second cône de rayons partis du même point lumineux ne traverse sur la prunelle le premier cône, & ne réunisse ses rayons sur un autre point de la retine. Alors il est visible que les axes des deux cônes se coupent, & pour abréger le discours, nous ne parlerons dans la suite que de ces axes, & nous n'entendrons qu'eux en parlant des différens rayons.

Deux rayons partis du même point lumineux, vont jusqu'à l'œil en s'écartant toujours l'un de l'autre, ce qu'on appelle être *divergens*; mais comme la prunelle qui est la

base du cone lumineux est fort petite , ils ne sçauroient faire qu'un angle fort aigu , dès que l'objet est seulement éloigné de trois pieds , & cet angle est si aigu , qu'on peut le conter pour rien & prendre les deux rayons pour paralleles.

Ainsi tous les raïons qui vont d'un même point à la prunelle , y arrivent ou paralleles , ou divergens , & par conséquent afin qu'ils puissent s'y couper , ce qui est absolument nécessaire pour former plusieurs images d'un même objet , il faut que quelque cause étrangere , quelque corps diaphane interposé , les ait disposés à s'approcher , & rendus *convergens*.

Un raïon qui a traversé la premiere surface d'un verre plan , peut se réfléchir sur la seconde , & revenir vers la premiere , Là il peut encore se réfléchir , & revenir sur la seconde , & jouer ainsi dans l'épaisseur du verre par autant de réflexions différentes qu'on en voudra supposer ; mais il faut remarquer qu'à chaque réflexion il s'affoiblit toujours.

Un verre dont les deux surfaces seront parfaitement paralleles , ne changera rien au parallelisme de deux raïons partis du même point qui l'auront traversé , quelque nombre de réflexions que ces raïons eussent souffertes au dedans du verre entre la réfraction de l'entrée , & celle de la sortie. Il faut donc , afin que ce verre-là puisse multiplier l'objet , qu'il reçoive du même point deux raïons non paralleles , & alors il pourra arriver que l'un après quelques tours & retours dans l'épaisseur du verre , en étant sorti , rencontrera & coupera l'autre sur la prunelle. Il est clair dans ce cas , que l'objet pour envoyer du même point deux raïons non paralleles doit être très-peu éloigné.

Mais si les deux surfaces de verre ne sont pas exactement paralleles dans le sens où les raïons qui viennent à l'œil les traversent , elles détruiront le parallelisme des raïons qui les auront rencontrées sous cette direction , c'est-à-dire , qui seront partis d'un objet un peu éloigné. Alors un raïon qui aura traversé le verre sans s'y réfléchir ,  
sera

sera coupé sur la prunelle par un autre rayon du même point qui se fera réfléchi deux fois dans le verre , ou par un autre qui s'y fera réfléchi quatre fois , &c. Autant de rayons differens du même point , qui par ce moyen se rencontrent sur la prunelle , autant d'images de ce point , & l'on conçoit sans peine que ces images doivent toujours diminuer de vivacité , puisque la premiere étant formée par un rayon qui n'a essuyé nulle reflexion , les autres le sont par des rayons qui en ont toujours essuyé de plus en plus.

C'est cela même qui fait que pour cette multiplication l'objet doit être lumineux , & dans l'obscurité ; autrement les secondes images seroient trop peu vives , ou effacées par les objets d'alentour.

Plus la position du verre est oblique par rapport à la ligne qui va de l'œil à l'objet , ou aux images , plus ces images sont éloignées les unes des autres , & bien démentées. Par consequent une position moins oblique les approche , & enfin les confond : mais on ne pourroit sans Géometrie en faire entendre la cause , ni entrer dans quelques autres détails de ce Phenomene.

Il resulte delà que puisque des glaces dont l'épaisseur paroît fort égale , ne laissent pas de multiplier les objets , leurs surfaces ne sont pas bien exactement paralleles , mais onduées & pleines de rides. Un defaut de parallelisme qui ne nous est pas sensible , l'est , pour ainsi dire , aux rayons du lumiere.

M. de la Hire arrive par cette spéculation à une maniere sûre de reconnoître la moindre inégalité dans l'épaisseur d'un verre , & de déterminer en quel sens , & de quel côté elle y est ; & comme la difficulté de bien centrer les verres des Lunettes d'approche ne consiste qu'à trouver leur plus grande épaisseur pour la placer précisément au centre de la figure , quand ils sont travaillés , il tire des principes qu'il a établis , une méthode facile pour cette opération. C'est ainsi que ce qui ne paroît d'abord qu'une simple Théorie , étant suivi jusqu'au bout , conduit souvent à des pratiques utiles.



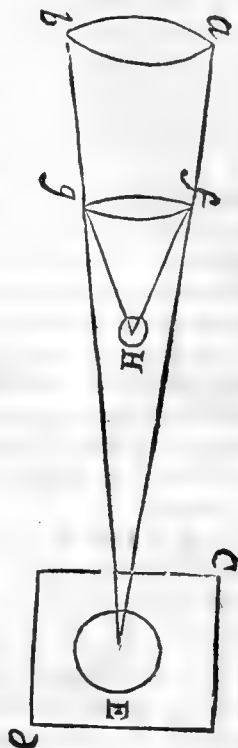
# DIOPTRIQUE.

## EFFETS DES VERRES BRULANS

DE TROIS OU QUATRE PIEDS DE DIAMETRE.

**M**onsieur Tschirnhaus a taillé des verres brûlans, dont les effets sont au-dessus de tout ce qu'on a encore vû. Voici ce qu'il nous en a communiqué.

1. Il faut placer le verre *a*, *b*, en sorte qu'il reçoive les raïons du Soleil à plomb, ce que l'on connoîtra, lorsque le foyer ou l'image du Soleil *E*. paroîtra parfaitement ronde sur la planche, *c*, *d*, qui doit être parallèle au verre, *a*, *b*, & si cette figure étoit ovale, il faudroit incliner & tourner le verre jusqu'à ce qu'elle fût arrivée à cette parfaite rondeur, & alors le bois s'enflammera dans un moment, le plomb se fondra, les ardoises se vitrifieront, &c. & cela dans une distance de douze pieds, le foyer étant du diamètre d'un pouce & demi.



2. Pour rendre ce foyer plus vif, il faut le retrecir par le moyen d'une seconde lentille qui doit être placée en *f*, *g*, parallèle au premier verre *a*, *b*, & alors le foyer qui

étoit en *E.* fera en *H.* & au lieu qu'il avoit un pouce & demi de diametre, il n'aura qu'un diametre de huit lignes, mais sa force sera de beaucoup augmentée, en sorte que les matieres qui n'étoient point du tout fusibles en *E.* se fondront en un moment en *H.*

3. Ce verre doit être monté sur un pied semblable à celui qui porte le grand Miroir ardent de l'Observatoire, afin qu'on le puisse tourner de tous sens, & le placer en telle situation qu'il conviendra, pour recevoir toujours à plomb sur le verre les raïons du Soleil. Ces raïons sont plus forts depuis neuf heures du matin jusqu'à trois heures du soir, soit en Hyver, soit en Été. On doit observer aussi qu'il faut exposer moins de matiere en Hyver qu'en Été, & que les effets sont un peu plus lents en Hyver. Ces effets sont

1. Toute sorte de bois quelque dur ou verd qu'il soit; même mouillé dans de l'eau, s'enflammera dans un moment.

2. L'eau dans un petit vaisseau bouillira dans le moment.

3. Les morceaux de métal étant d'une grosseur proportionnée se fondront, non pas dans le moment, mais immédiatement après que le morceau de métal entier aura atteint un certain degré de chaleur. Par exemple, un morceau de plomb, s'il est trop gros, ne se fondra point du tout, mais étant d'une grosseur proportionnée, il le faut tenir un peu de temps dans le foyer, & lorsqu'il commencera à se fondre dans un endroit, tout le reste continuera de se fondre. Le fer doit être en plaques très-minces, & alors il rougira dans le moment, & ensuite il se fondra aussi.

4. Les Thuiles, Ardoises, pierres de Ponce, la Fayance, du Talc, &c. de quelque grosseur qu'ils soient, rougissent dans le moment & se vitrifient.

5. Le soufre, la poix, & toutes les resines se fondent sous l'eau.

6. Lorsqu'on y expose sous l'eau en Été du bois très-tendre, comme du Pin, il ne paroît pas changer au dehors, mais lorsqu'on le fend en deux, il se trouve au dedans brûlé en charbon.

7. Si l'on fait un creux dans un charbon de bois dur, & si l'on met dans ce creux les matieres que l'on veut exposer au Soleil, l'effet en sera infiniment plus violent.

8. Quelque métal que ce soit, mis dans le creux d'un charbon, se fond dans le moment, & le fer y jette des étincelles comme dans la forge, & si l'on tient les métaux de cette maniere en fonte pendant quelque temps, ils s'envoient tous, ce qui arrive particulièrement & très-promptement au plomb & à l'étain.

9. Les cendres du bois, des herbes, du papier, de la toile, &c. deviennent du verre transparent dans le moment.

10. Si quelques matieres ne vouloient pas se fondre étant en morceaux, il faudroit les exposer en poudre, & si même en poudre elles ne se fondoient pas, il faudroit leur ajouter quelque fel, & tout se fondra.

11. Les matieres qui sont le plutôt altérées par ce feu sont les matieres noires, qui dans la fonte restent noires; plus difficiles sont celles qui sont blanches, & qui en fondant deviennent noires; plus difficiles encore celles qui sont noires, & qui blanchissent dans la fonte; & toutes les plus difficiles sont les matieres blanches qui restent blanches dans la fonte, comme sont les cailloux, la craye d'Angleterre, la chaux, &c.

12. Tous les métaux se vitrifient sur une plaque de porcelaine, pourvû qu'elle soit assez épaisse pour ne pas se fondre elle-même, & qu'on lui donne le feu par degrez afin qu'elle ne pette pas.

L'or reçoit dans sa vitrification une belle couleur de pourpre.

13. Si l'on met dans un grand ballon, *a*, *b*, *c*, des matieres en *c*. qui fondent facilement comme sont les herbes, du souffre, de l'antimoine, du Zink, du Bismuth, &c. en appliquant un seul verre brûlant on pourra observer des effets très-curieux dans le ballon, mais il faut prendre garde que l'endroit du ballon *a*, *b*, qui donne passage aux rayons du Soleil, ne soit pas si près du foyer *c*, que la chaleur fasse casser le ballon.



14. Le salpêtre en une dose convenable se volatilise entièrement & s'en va en fumée ; en sorte que par cette maniere l'on pourroit faire de l'esprit de nitre promptement dans un gros ballon.

15. Pour y fondre à la fois le plus de matiere qu'il se pourra, il faut en mettre d'abord peu , & lorsque ce peu sera fondu y en ajouter encore un peu , & ainsi de suite. On pourra tenir en fonte par cette maniere quatre onces d'argent à la fois.

16. Une matiere solide qui se met aisément en fonte pourra servir de fondant à une autre qui se fond difficilement , si on les expose ensemble au foyer , quand même il n'y en auroit que très-peu de celle qui est facilement fusible.

17. Il est remarquable aussi que deux matieres, chacune difficile à fondre séparément, lorsqu'elles sont exposées ensemble en une certaine dose, se fondent très-facilement, comme les cailloux & la craye d'Angleterre.

18. Un peu de cuivre rouge fondu par cette maniere, étant jetté promptement dans de l'eau froide , produit un coup si violent dans cette eau , que les plus fortes terrines se cassent , & le cuivre s'envole divisé en si petites parties qu'on n'en trouve pas le moindre grain , ce qui n'arrive à aucun autre métal.

19. Les métaux s'évaporant dans la fonte, les uns plutôt que les autres, ils pourront par là se purifier les uns les autres, par exemple, l'argent s'y peut purifier par le plomb aussi-bien que par la coupelle ordinaire.

20. On y pourra faire aussi toutes sortes de verres colorez.

21. Tous les corps, excepté les métaux , perdent leurs couleurs dans ce feu, & même les pierres précieuses en sont promptement dépouillées ; en sorte qu'un rubis Oriental y perd en un moment toute la sienne.

22. Certains corps se vitrifient promptement, & deviennent aussi transparens que du cristal, & en refroidissant ils deviennent blanc de lait, & perdent toute leur transparence.

23. Au contraire il y a d'autres corps qui sont opaques dans la fonte, & qui deviennent d'un beau transparent en se refroidissant.

24. Certaines matieres sont fort transparentes dans la fonte, & restent de même en refroidissant, mais quelques jours après elles deviennent opaques.

25. Certaines matieres que le feu change en un verre qui, est d'abord transparent, & qui ensuite devient opaque étant fonduës avec d'autres matieres qui sont toujours opaques, produiront un beau verre qui restera toujours transparent.

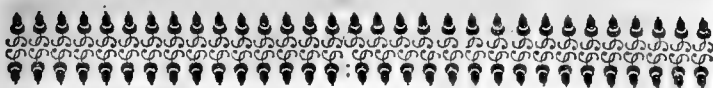
26. Les corps qui se changent en verre transparent deviennent plus beau verre transparent, si on les laisse un peu long-temps dans le foyer.

27. Certaines matieres deviennent un verre si dur, qu'étant taillé à facettes, il coupe du verre ordinaire.

28. Lorsqu'on fond du plomb & de l'étain ensemble sur une plaque épaisse de cuivre, il en sort beaucoup plus de fumée, que s'il n'y en avoit qu'un seul des deux, & ils ne s'en vont pas entierement en fumée; il en reste toujours une scorie vitrifiée.

29. L'on peut concentrer par ces verres les raïons de la Lune, mais ils ne donneront aucune chaleur sensible, quoiqu'ils fassent une grande clarté.

30. L'on peut faire aussi avec ces verres des représentations curieuses d'Optique, & mieux qu'avec les Miroirs concaves, & l'on en pourra faire des Lunettes & des Microscopes incomparablement meilleurs que tout ce qu'on a vû jusqu'ici en ce genre.



# MECHANIQUE.

## POUR LA CONSTRUCTION DES VAISSEAUX.

**U**N corps qui se meut dans un liquide immobile, est obligé d'en écarter les parties, & elles résistent à leur séparation. Si l'on n'a point d'égard à une certaine viscosité qui les lie, & qui est différente en différens liquides, toute la force de cette résistance dépend de celle du choc, parce qu'un corps frappé frappe en même-temps. C'est donc au choc perpendiculaire, le plus fort de tous, que les liquides résistent le plus, & il faut que le corps qui s'y meut soit de figure à s'y présenter le plus obliquement qu'il sera possible. S'il étoit triangulaire, & qu'il avançât par sa pointe, il est vrai que toutes ses parties fraperoient le fluide obliquement, mais elles le fraperoient toutes avec la même obliquité, & il seroit plus avantageux que chacune le frappât avec plus d'obliquité que sa voisine. Il est certain que cette augmentation perpétuelle d'obliquité ne se peut trouver que dans une ligne Courbe, dont chaque point est considéré comme une ligne droite infiniment petite, toujours inclinée aux autres petites droites voisines.

Voyez Les  
Mémoires  
P. 107.

Mais quelle est la Courbe, telle que le changement perpétuel d'obliquité ou d'inclinaison qui se feroit dans toutes ses parties, la rendroit plus propre que toute autre à diviser aisément un liquide?

Voilà un de ces Problèmes dont il n'y a que les plus grands Géomètres qui sentent bien la difficulté, & où il paroît que la seule Géométrie nouvelle peut atteindre,

encore faut-il qu'elle soit maniée avec une adresse infinie. M. le Marquis de l'Hôpital en a donné la solution. Monsieur Newton l'avoit trouvée avant lui, & quoiqu'il n'en ait pas publié l'analyse, il en a laissé voir, pour ainsi dire, un échantillon, par une propriété de sa courbe qu'il a déclarée, & que M. le Marquis de l'Hôpital a rencontrée d'abord dans la sienne, qui par conséquent doit être la même. M. Fatio a aussi résolu ce Problème, mais par un circuit fort long, & fort difficile; ç'a été à M. Fatio un grand effort d'esprit d'avoir pu suivre ce chemin jusqu'au bout, & à M. le Marquis de l'Hôpital d'en avoir pu trouver un plus court & plus aisé.

Il pose d'abord deux lignes droites infiniment petites, & différemment inclinées, qui deviendront dans la suite deux points de la Courbe qu'il cherche. Il découvre par les principes de Méchanique quel doit être l'effort du liquide sur ces deux lignes, par rapport à leur différente inclinaison. Il exprime cet effort en termes algébriques, & l'exprime encore par algèbre, supposé qu'il soit le plus petit qu'il puisse jamais être. De là résulte une équation où sont renfermées les conditions essentielles à la Courbe, & il ne faut plus que développer, ou suivre cette première équation pour arriver à tout ce qu'on s'étoit proposé.

Il est certain que toutes choses étant d'ailleurs égales, un Vaisseau ne sera jamais meilleur voilier, que quand il aura par sa figure la plus grande facilité qu'il puisse avoir à fendre l'eau, & cette figure précise n'auroit jamais été découverte sans une Géométrie subtile & élevée, qui cependant paroît inutile à cause de son élévation & de sa subtilité.

---

## EXAMEN DE LA FORCE DE L'HOMME POUR PORTER OU POUR TIRER.

Voyez les  
Mémoires  
p. 153.

**L**A force de l'Homme, & de tout autre animal qu'on emploieroit à mouvoir des fardeaux, dépend des muscles qui jouent dans l'action qu'il fait, & de la position où est son corps. Cé

Ce n'est que par l'expérience qu'on peut reconnoître la force des differens muscles. Ainsi parce qu'un homme étant à genoux peut se relever en s'appuyant seulement sur la pointe des pieds , & qu'alors les seuls muscles des jambes & des cuisses élevent tout son corps , dont on peut supposer que le poids est de 140. liv. M. de la Hire conclut que ces muscles ont la force de 140. liv.

Le même Homme ayant les jarets un peu ployés peut se redresser , quoique chargé d'un fardeau de 150. liv. Alors les muscles des jambes & des cuisses élevent tout ensemble le poids du corps qui est de 140. liv. & le fardeau de 150. l. c'est-à-dire 290. liv. mais l'élevation n'est que de deux ou trois poudes.

M. de la Hire examine de même quelle est la force des muscles des lombes , & celle des muscles des bras & des épaules , en les considerant dans des actions fort simples, & il trouve que la force des premiers est de 170. liv. & celle des seconds de 160. liv.

La force absoluë des differens muscles dans ces sortes de mouvemens étant établie , il reste à en voir l'application dans les actions où la Méchanique jouë , c'est-à-dire , où il se forme un levier , & où les forces augmentent ou diminuent , parcequ'elles ont plus ou moins de vitesse par rapport à celle du poids qu'elles élevent.

Par exemple , dans l'action du marcher , le poids qu'il faut élever est le centre de gravité de tout le corps , & si l'Homme est chargé , c'est le centre de gravité du corps & du fardeau joints ensemble ; la force mouvante est la jambe de derriere. Elle pousse en avant ce centre de gravité , & luy fait décrire un arc de cercle , qui a pour centre le pié de devant , alors immobile. Elle décrit elle-même un arc de cercle de même étenduë. Cet arc est considerablement grand par rapport au peu de hauteur qu'il a , c'est-à-dire , à la ligne perpendiculaire comprise entre l'arc & sa corde. Ainsi la force mouvante ou la jambe de derriere a un assés grand mouvement , & une assés grande vitesse par rapport au peu dont le poids est élevé , & elle tire de là un avanta-

ge qu'on peut appeller mécanique, & qui naît de la disposition des parties de la machine.

Les muscles des jambes & des cuisses, qui agissent dans le marcher ayant la force d'élever 290. liv. mais seulement à la hauteur de deux ou trois pouces, il s'ensuit qu'un Homme qui pèse 140. liv. peut marcher chargé de 150. liv. pourvu qu'il ne fasse pas de grandes ajambées, c'est-à-dire, qu'il ne s'éleve pas de plus de deux ou trois pouces. S'il s'éleve davantage, alors cette hauteur est trop grande par rapport à l'arc que le poids décrit, & la force mouvante perd l'avantage mécanique qu'elle avoit à l'égard du poids. De là vient qu'un Homme qui portera 150. liv. ne pourra monter un Escalier dont les marches seront de cinq pouces de haut, comme elles sont ordinairement.

Par de semblables raisonnemens, mais plus Géométriques, & qui entrent dans une Méchanique plus fine, M. de la Hire conclut que toute la force d'un Homme qui tire avec une direction horisontale en marchant, & le corps penché en devant, se réduit à 27. liv. ce qui est fort au-dessous de ce qu'on auroit pû s'imaginer; que cette force seroit plus grande, si l'Homme marchoit à reculons; que c'est pour cette raison que les Rameurs tirent de devant en arriere, & que si les Gondoliers de Venise poussent au contraire en devant, c'est qu'ils aiment mieux perdre l'avantage de la force pour voir le lieu où ils vont dans les frequens détours des canaux, & pour éviter de se rencontrer.

On sçait par expérience commune qu'un Cheval tire horisontalement autant que sept hommes, & par conséquent sa force sera de 189. livres, & comme cet effet dépend en partie de sa pesanteur, il tirera un peu plus étant chargé.

Par la force des muscles, & par la disposition generale de tout le corps, le Cheval a un grand avantage sur l'Homme pour pousser en avant, mais aussi l'Homme en a beaucoup sur le Cheval pour monter. M. de la Hire dit que trois hommes chargés chacun de 100. liv. monteront plus vite & plus facilement une montagne un peu roide, qu'un Cheval chargé de 300. liv.

## SUR LES CLEPSIDRES.

**P**our faire une Horloge d'eau, ou Clepsidre, d'où l'eau s'écoulera, par exemple, en 12 heures; il faut sçavoir à quel endroit du Vase l'eau arrivera à la fin de chaque heure par l'abaissement continuel de sa surface; moyennant quoi on sçait graduer la Clepsidre.

Voyez les  
Memoires  
p. 51.

L'eau qui sort du Vase a une vîtesse inégale, qui depuis le commencement de l'écoulement jusqu'à la fin diminuë toujours, & l'on suppose ordinairement, après Galilée, qu'elle diminuë selon la proportion que le même Galilée a établie pour l'augmentation de la vîtesse des corps qui tombent. Ainsi pour graduer une Clepsidre de 12. heures, supposé qu'elle soit par tout d'égale largeur, il n'y a qu'à diviser sa hauteur en 144. parties égales, en prendre 23. pour la première heure de l'écoulement, 21. pour la seconde, 19. pour la troisième, & enfin une pour la douzième, toujours selon la suite naturelle des nombres impairs.

Mais si la Clepsidre n'est pas cylindrique, si elle est plus large par le haut que par le bas, il est visible qu'il faudra une autre graduation. Car quoique la vîtesse de l'eau à sa sortie soit la même, l'eau étant en plus grande quantité au haut du Vase, cette surface supérieure s'abaissera moins qu'elle n'eût fait en un temps égal dans un Vase cylindrique de la même hauteur, & de la même capacité, & la surface de l'eau s'abaissera davantage quand elle sera vers le bas du Vase.

Si l'on supposoit pour l'inégalité de la vîtesse de l'écoulement une autre proportion que celle de Galilée, tout seroit encore changé.

Ainsi pour graduer la Clepsidre, ou, ce qui est la même chose, pour trouver les points où la surface de l'eau arrivera par sa descente continuelle en certains temps, il faut connoître la figure du Vase, & déterminer une proportion pour la vîtesse de l'eau.

M. Varignon rend ce Problème infiniment general , en donnant une formule Géometrique , telle que quand la figure du Vase , & la vitesse de l'eau auront été déterminées à discretion , on en verra naître nécessairement la graduation de la Clepsidre.

Reciproquement , que l'on sçache comment la Clepsidre est graduée , & quelle est la vitesse de l'eau , la même formule donnera la figure du Vase. Elle donnera aussi la vitesse de l'eau , quand on sçaura la figure du Vase , & la graduation de la Clepsidre.

L'art de ces sortes de formules consiste à prendre la chose dans ses premieres sources , dans ce qui fait son essence , & subsiste toujours , quelles que soient les differences qui puissent y survenir d'ailleurs. La question une fois élevée à ses termes les plus universels , il n'y a plus qu'à l'abaisser aux cas particuliers. On trouve une égalité algebrique qui ne contient rien de déterminé qu'un certain rapport fixe & invariable ; tout le reste qui dépend de la diversité infinie des différentes applications , n'y est exprimé que d'une maniere indéterminée , à laquelle on peut substituer telle expression particuliere & déterminée que l'on voudra.

Souvent les Problèmes qui ont fait assés de peine à de grands Géometres deviennent de petits corollaires très-faciles de ces formules generales. Par exemple , dans la matiere des Clepsidres , si l'on demande la figure d'un Vase , où suppose la proportion de Galilée pour la vitesse de l'écoulement , la surface de l'eau descende également en des temps égaux , la formule de Monsieur Varignon donne tout d'un coup cette figure , qu'il semble que Toricelli n'a pû trouver , & que Monsieur Mariotte n'a trouvée que par une méthode limitée à ce cas particulier.



---

MOYEN DE SE SERVIR DU FEU

POUR FAIRE MOUVOIR LES MACHINES.

**L**Es anciens ne faisoient ou n'auroient pû faire qu'à force de bras ce que nous faisons aujourd'hui avec une extrême facilité par différentes sortes de Moulins, & ils ne sçavoient point comme nous faire travailler l'Eau ou l'Air en la place des Hommes & des Chevaux. Il nous reste encore un Element à subjuguier, c'est le Feu, semblable en quelque sorte à ces Indiens que les Espagnols n'ont pû encore reduire à travailler à leurs Mines.

Voyez les  
Mémoires  
p. 151.

Monsieur Amontons ne desespere pas que l'on n'en tire à l'avenir autant de service que de l'Air, ou de l'Eau. Il a imaginé pour cela une espece de Moulin, dont nous tâcherons de donner quelque idée.

La chaleur agit très-puissamment & très-prompement sur l'Air. S'il a une entiere liberté de s'étendre, elle ne fait que le rarefier & augmenter son volume. S'il ne peut du tout s'étendre, elle ne fait qu'augmenter la force de son ressort. S'il peut s'étendre, mais seulement jusqu'à un certain point, la force de son ressort en est d'autant moins augmentée. Le froid au contraire resserre l'Air, & en diminue le ressort.

L'Air dont le ressort est augmenté par la chaleur, peut soutenir ou élever un plus grand poids que celui de 28. pouces de mercure, ou de 32. pieds d'eau qu'il porte ordinairement.

Sur ces principes, voici en gros quelle est la machine que Monsieur Amontons construit.

Une rouë dont l'axe est horisontal a deux rangées de cellules concentriques en nombre égal. Les cellules de la rangée extérieure, qui sont de beaucoup les plus grandes, ne sont pleines que d'air, celles de la rangée intérieure, qui sont d'un côté & sur la moitié inférieure de la rouë un quart de cercle, sont pleines d'eau. Comme il y a plus de poids de

ce côté là que de l'autre, la rouë tourneroit jusqu'à ce que l'eau fût distribuée également des deux côtés du diametre vertical; & pour faire que la rouë tourne toujours, il faut faire en sorte que l'eau qui veut tomber toujours soutenue par quelque force & repoussée en haut, occupe toujours son même quart de cercle, car le poids plus grand de ce côté là donnera toujours le branle à la rouë. Or c'est ce qui s'exécute ainsi. Les cellules exterieures passent toutes, chacune à leur tour, sur un feu disposé à un des côtés de la rouë. L'air de la cellule qui y passe se rarefie, mais non pas avec une entiere liberté, il va par un tuyau de communication presser l'eau contenuë dans la cellule correspondante, & par l'augmentation de son ressort, il la fait remonter dans une cellule superieure, à mesure que les cellules elles-mêmes descendent de ce côté là par le mouvement de la rouë. Celle des cellules exterieures qui a passé sur le feu pour rarefier l'air qu'elle contenoit, & en augmenter le ressort, passe ensuite dans un reservoir plein d'eau, afin que son air en se refroidissant promptement reprenne son premier volume, & se retrouve en état de faire le même effet quand il repassera sur le feu. Il ne s'agit plus que de sçavoir :

1°. Combien de temps une cellule doit être à passer sur le feu pour y rarefier suffisamment l'air qu'elle renferme, ce qui détermine le temps d'une revolution entiere de la rouë, parce que chaque cellule sera le même temps à prendre une chaleur suffisante.

2°. Si l'air de cette cellule échauffée aura le temps de reprendre son premier volume pendant le reste de la revolution de la rouë, & si l'eau où il passera hâtera suffisamment cet effet.

3°. Combien vu la grandeur des espaces où l'air pourra s'étendre, il se rarefiera moins qu'il n'auroit pû se rarefier, & par conséquent quelle augmentation de ressort lui restera, & quelle hauteur d'eau il pourra soutenir & élever par de là les 32. pieds qu'il soutient naturellement. Comme il est à propos que les cellules pleines d'eau tiennent à

peu après un quart de la rouë , ce qui fait une certaine hauteur perpendiculaire d'eau , c'est cette hauteur qui détermine à peu près le diametre de la rouë.

Monsieur Amontons a réglé toutes ces choses par diverses expériences , dont quelques-unes sont nouvelles , & curieuses , & qui toutes l'ont assuré de la possibilité de sa machine.

Il a trouvé , par exemple , que la chaleur de l'eau bouillante ne peut augmenter le volume de l'air , ou la force de son ressort que d'un peu plus que le tiers de ce qu'il en a ordinairement sur la surface de la terre ; que l'eau qui est prête à s'évaporer , est celle qui refroidit & resserre le plus l'air , &c.

Après cela , pour juger de l'effet de cette machine , & de la force résistante qu'elle pourra vaincre , il faut déterminer la quantité ou le poids d'eau qu'on mettra dans les cellules , & qui donnera le branle à la rouë , & ensuite avoir égard au temps que la rouë emploiera nécessairement à faire un tour & à la direction oblique du poids de l'eau par rapport au cercle , moins avantageuse que celle de la force résistante qui agira perpendiculairement. Tout étant calculé , M. Amontons trouve que sa machine fera au moins l'effet de 39. chevaux , & que comme on doit conter que chaque cheval entretenu toute l'année pour un travail qui ne va cependant que les jours ouvrables , revient à 40. sols par chaque jour de travail , le profit de cette machine sera d'autant plus grand , que la dépense du bois qu'on y brûlera en 24. heures , sera au-dessous de 78. liv. Le même feu peut encore servir à d'autres ouvrages , c'est une puissance qui cesse & reprend quand on veut , qui n'est point sujette aux temps & aux lieux , &c.

## SUR LES FROTTEMENTS DES MACHINES.

**D**Ans le Discours que fit M. Amontons sur son Moulin à feu, il avança seulement en passant, que c'étoit une erreur de croire, comme l'on fait communément, que le frottement de deux corps qui se meuvent en s'appliquant l'un contre l'autre, soit d'autant plus grand, que les surfaces qui frottent sont plus grandes. Il dit qu'il avoit reconnu par expérience que le frottement n'augmente que selon que les corps sont plus pressés l'un contre l'autre, & chargés d'un plus grands poids.

Cette nouveauté causa quelque étonnement à l'Académie. M. de la Hire consulta aussi-tôt l'expérience. Il mit sur une table de bois non polie plusieurs morceaux de bois, qui ne l'étoient pas non plus, dont les grandeurs étoient inégales, & qu'il avoit chargés de sorte qu'ils pesoient tous également. Il vit que pour commencer à les faire couler sur cette table par le moyen d'un poids qui leur étoit attaché, & qui passoit sur une petite poulie, il falloit à tous le même poids malgré l'inégalité des surfaces qui frotoient. L'expérience eut le même succès avec des morceaux de marbre dressés au grés & non polis, qui glissoient sur une table de marbre, dont la surface étoit pareille. A ces faits bien averés, M. de la Hire appliqua ensuite le raisonnement Phisique.

La résistance que deux corps qui frottent ensemble éprouvent mutuellement l'un de l'autre, vient de ce que les parties qui herissent leur surface, doivent, si elles sont flexibles, se plier & se coucher, ou, si elles sont dures, se dégager & se desengrener les unes de dedans les autres.

Dans le premier cas, ce sont des ressorts qu'il faut courber, & toute la difficulté du mouvement se réduit-là. Qu'un même poids doive être porté par un seul ressort, ou par deux ressorts égaux chacun au premier, ce sera la même chose,

chose, car s'il en a deux à vaincre, il les courbera chacun une fois moins, & s'il n'en a qu'un, il le courbera une fois davantage. Ainsi supposé que dans des parties égales de la surface d'un corps il y ait un nombre égal de ces parties flexibles à ressort, une autre surface qui coulera dessus, & dont le poids sera toujours le même, n'éprouvera que la même résistance, soit qu'elle ait plus ou moins d'étendue, parce que si elle a à plier un plus grand nombre de ressorts, aussi les pliera-t-elle moins. Mais si son poids étoit plus grand, il faudroit qu'elle les pliât davantage, & par conséquent elle trouveroit plus de difficulté.

Dans le second cas, où il s'agit de desengrener des parties dures, engagées les unes dans les autres, si ces parties dures le sont à tel point qu'elles ne puissent se briser ny s'user du moins par leurs extrémités, il est clair que pour dégager les deux surfaces, il en faut élever l'une, & que ce qui s'oppose à cette action, ce n'est que le poids & non la grandeur de la surface.

Mais si ces parties dures peuvent s'user par leurs pointes, & se rompre en coulant les unes sur les autres, alors leur nombre fait la difficulté; & comme on suppose qu'il y en a davantage dans de plus grandes surfaces, les frottemens suivront la proportion des surfaces.

M. de la Hire trouve encore un autre cas, où les frottemens doivent être dans cette même proportion.

On sçait que si deux plaques de marbre extrêmement polies sont appliquées l'une contre l'autre, elles sont très-difficiles à separer, parce qu'il n'y a point d'air entré deux, qui par son action continuelle de ressort tende à soulever la plaque supérieure, contrebalance la colonne d'air qui pèse dessus, & favorise la puissance qui la veut élever. Alors la plaque chargée d'une colonne d'air, qui n'est contrebalancée par aucun autre air, est d'autant plus chargée, qu'elle est plus grande, parce qu'elle fournit une plus grande base à la colonne d'air, & que les hauteurs de ces colonnes étant égales, leurs masses & leurs pesanteurs sont comme leurs bases.

Dans la plupart des machines, on met de l'huile ou du saing-doux entre les parties qui doivent frotter ensemble, & ces parties sont d'ailleurs pressées les unes contre les autres par des poids considerables. Il arrive de là que tout l'air est chassé d'entre-deux; car les particules de l'air sont plus grossieres, & ne sont pas susceptibles de si petites divisions que celles de l'eau ou de l'huile, & par conséquent ne s'insinuent pas dans des intervalles aussi étroits. Les parties des machines graissées portent donc tout le poids de l'Atmosphere, & elles en portent d'autant plus qu'elles ont plus de surface, & leurs frottemens sont proportionnés aux surfaces, ou à peu près.

Comme l'on a toujours considéré l'effet des frottemens dans les machines, où il est effectivement de grande importance, on a crû, selon la remarque de Monsieur de la Hire, que c'étoit une regle generale que les frottemens suivoient la proportion des surfaces, & l'on n'avoit pas encore fait réflexion, qu'il y avoit une raison particuliere pour la plupart des machines.

Voyez les  
Memoires  
P. 206.

M. Amontons qui avoit en quelque sorte un droit particulier sur cette matiere, parce qu'il l'avoit examinée le premier, & en avoit découvert l'erreur, la traita avec plus d'étendue, & donna un moyen de calculer assés exactement la valeur des frottemens, & le déchet qu'ils causent à une machine, ce que l'on n'avoit pas eu jusqu'à present, même par une estime grossiere.

Il trouva par ses expériences, que dans le bois, le fer, le plomb, le cuivre, principales matieres qui entrent dans la composition des machines, la resistance causée par les frottemens est à peu près la même, lorsque ces matieres sont enduites de vieux oint, de quelque façon qu'on les varie les unes avec les autres.

Et que cette resistance, tout à fait indépendante de la grandeur des surfaces, est à peu près égale au tiers du poids qui les presse, ou pour parler encore plus exactement, au tiers de la force dont elles sont pressées l'une contre l'autre.

Les expériences de Phisique sont quelquefois fort équivoques , à moins que d'y regarder de bien près , & il est aisé de prendre pour cause d'un effet, ce qui ne l'est pas. Si plusieurs Plans , par exemple , des feuilles de papier , sont engagés les uns dans les autres , de sorte qu'alternativement , & de deux en deux , les uns soient immobiles , & les autres puissent être tirés tout à la fois , de plus si le tout est chargé d'un fort petit poids pris à la volonté , & que l'on vienne à tirer les plans qui peuvent être tirés , on éprouve une grande résistance , qui n'est nullement proportionnée à la pression de ce poids , mais à la quantité des surfaces qui frottent les unes contre les autres.

M. Amontons s'objecte à lui-même cette expérience qui paroît si décisive contre lui , & y répond de maniere qu'elle devient une nouvelle preuve de son opinion. S'il n'y avoit que deux feuilles de papier chargées de ce petit poids , il le faudroit élever à une certaine hauteur , pour tirer une feuille , l'autre demeurant immobile. Si on ajoute deux feuilles , & que des quatre on en tire deux , il se fera trois frottemens , & le poids étant toujours soulevé d'une certaine hauteur égale pour chaque frottement , il sera soulevé trois fois plus haut avec les quatre feuilles , & il le seroit 99. fois plus haut avec 100. Or il est aussi difficile d'élever un poids d'une livre à 100. piés , qu'un poids de 100. liv. à un pié. Un poids d'une livre sur 100. feuilles de papier disposées comme il a été dit , est donc aussi difficile à élever qu'un poids de 100. liv. sur deux feuilles , & c'est ce qui cause la grande résistance que l'on sent. Cette experience étoit très-capable de jetter dans l'erreur , parce que l'augmentation du poids , veritable cause de la grande résistance , se fait en même raison que la multiplication des surfaces qui n'en est point cause , & que cette multiplication de surfaces est visible , au lieu que l'augmentation du poids ne l'est point , & ne se peut découvrir que par raisonnement.

Outre la pression , dont la grandeur fait celle du frottement , il y faut considerer une circonstance qui l'augmente ou le diminue. Il est d'autant plus grand , & plus difficile à

surmonter, que les parties qui frottent ont plus de vîtesse, & par conséquent, il faut comparer cette vîtesse à celle de la Puissance qui doit mouvoir la machine, & vaincre le frottement. Si la Puissance fait en un temps égal deux fois plus de chemin que les parties qui frottent, elle acquiert par là un avantage qui la double, ou, ce qui est la même chose, qui diminue de moitié la force opposée du frottement, & le réduit à n'être qu'un sixième de la pression, au lieu qu'il en étoit naturellement le tiers..

Si un homme soutient un poids de 30. liv. par exemple, attaché à une corde qui passe sur un cylindre, & que le cylindre puisse tourner dans des boîtes de pareil diametre; cet homme applique & presse de son côté la corde contre le cylindre avec d'autant de force, que le poids l'y applique du sien, & comme le poids ne peut faire qu'une pression égale à lui-même, c'est-à-dire de 30. liv. la pression totale causée par la puissance & par le poids, est de 60. liv. & la valeur du frottement du cylindre contre les boîtes est de 20. liv. supposé, comme en ce cas-là, que la vîtesse de la Puissance ne soit pas plus grande que celle du poids. Il faut donc déjà augmenter la Puissance de 20. liv. & lui donner en tout 50. liv. afin qu'elle puisse élever le poids de 30. liv. & vaincre le frottement du cylindre contre les boîtes. Mais la Puissance étant augmentée, la pression qu'elle cause du cylindre contre les boîtes l'est aussi; la nouvelle pression est de 20. liv. & par conséquent son tiers, c'est-à-dire 6. liv. deux tiers est la quantité dont le frottement est devenu plus grand, parce que la puissance est devenuë plus grande. Pour vaincre ce nouveau frottement, il faut encore augmenter la Puissance de 6. liv. 3. tiers & 6. liv. 2. tiers dont la pression augmente, font pour le frottement 2. liv. & quelque chose de plus.

Par la même raison pour ces deux livres dont il faut que la Puissance augmente, le frottement augmentera d'un peu plus de 10. onces, & enfin ne méritera plus d'être conté.

Ainsi en mettant ensemble toutes ces augmentations, le seul frottement du cylindre contre les boîtes vaudroit à peu près 30. liv. & presque autant que le poids même, & il



faudroit une puissance de 60. liv. pour élever un poids de 30. livres.

Cet effet du frottement seul peut paroître étonnant, & fort au dessus de ce qu'on auroit imaginé à vûe de pays. Par-là il est aisé de voir combien l'on doit se méprendre dans le calcul d'une Machine, quand on n'y considère que les rapports de la puissance & du poids & de leurs distances du point d'appui, & que l'on neglige les frottemens, comme on fait d'ordinaire, ou du moins que l'on conte qu'ils n'iront pas bien haut. Il se peut faire aisément que la puissance perde par les frottemens tout l'avantage qu'elle aura par la situation favorable qu'on lui aura ménagée, & que même elle devienne malgré cela fort inférieure au poids.

## SUR LA ROIDEUR DES CORDES

QUE L'ON EMPLOYE DANS LES MACHINES.

ENCORE un grand obstacle à l'effet des Machines, un obstacle pareil aux Frottemens, parce qu'on ne le connoît jusqu'ici que confusément, & que l'on n'en sçavoit point la valeur précise, c'est la roideur des cordes, qui sont obligées de se plier pour le jeu d'une Machine.

V. Les  
Memoires  
p. 206.

Tandis que Monsieur Amontons étoit sur la voie de ces sortes de découvertes, il entreprit d'examiner & d'approfondir cette matiere, comme il avoit fait celle des frottemens.

Une corde est d'autant plus difficile à plier.

1°. Qu'elle est plus roide & plus tendue par le poids qui la tire.

2°. Qu'elle est plus grosse.

3°. Qu'elle doit en se pliant se courber davantage, c'est-à-dire, se rouler, par exemple, autour d'un plus petit rouleau.

M. Amontons imagina des moyens d'éprouver en quel-

le proportion ces differentes resistances augmentent.

Celle qui vient de la roideur causée par les poids qui tirent la corde augmente à proportion des poids.

Celle qui vient de la grosseur des cordes augmente à proportion de leur diametre.

Sur quoi il faut remarquer que ce n'est pas parce qu'une plus grosse corde contient plus de matiere, qu'elle resiste davantage, car alors sa resistance augmenteroit suivant le plus de capacite d'un cercle d'une plus grosse corde, c'est-à-dire, selon les quarrés des diametres, ce qui n'est pas. Mais elle augmente suivant la simple proportion des diametres, parce qu'un point de la circonference du rouleau, autour duquel la corde doit se plier est une espece de point fixe, par rapport auquel le diametre de la corde doit se mouvoir, & par conséquent plus ce diametre est long, plus la corde est éloignée du point fixe du mouvement, & plus elle a d'avantage contre la puissance opposée.

Enfin la resistance causée par la petitesse des rouleaux, poulies, &c. autour desquels les cordes doivent se rouler, est bien, à la verité, plus grande pour de plus petites circonférences de rouleaux, poulies, &c. mais elle n'augmente pas tant que selon la proportion de ces circonférences.

Il est clair que la resistance causée par la roideur des cordes sera d'autant plus grande, que les cordes malgré cette roideur seront obligées de se plier plus vite, & il y faut avoir égard en calculant les resistances de differentes cordes d'une même Machine, ou de differentes parties de la même corde, qui se plieront avec differentes vitesses.

Pour trouver l'effet de la roideur d'une corde dans une Machine, il faut voir dans le Memoire de M. Amontons comment il se sert d'une premiere expérience qui devient le fondement de tous ses calculs.

Par ce moyen, le déchet qu'apporte à une Machine la roideur des cordes, étant évalué en livres, c'est comme si on ajoûtoit cette nouvelle quantité de livres au poids qu'il faut élever par la Machine.

Cette augmentation de poids rendroit encore les cordes plus roides, & on trouvera de combien elles le seront d'avantage, en faisant le même calcul que la première fois.

Cela fera différentes sommes toujours décroissantes, qu'il faudra ajouter ensemble, comme on l'a vu dans l'article des Frottemens, & l'on sera étonné de voir jusqu'où elles montent.

Quand on employe des cordes dans une Machine, il faut mettre ensemble toute la résistance causée par leur roideur, & toute celle des Frottemens, ce qui cause une si étrange augmentation à la difficulté du mouvement, qu'une puissance qui pour élever un poids de 3000. liv. par le moyen d'une poulie fixe & d'une mobile, n'auroit dû être par les simples principes de Méchanique, que de 1500. liv. doit être de 3942. livres, selon M. Amontons, à cause des Frottemens & de la roideur de la corde, dont on ne tenoit pas compte.

## S U R L A V I S.

**L**Es Mathématiciens, & sur tout ceux qui ont traité des Mathématiques mixtes, comme la Méchanique, n'ont ordinairement considéré que les cas les plus simples, soit parce qu'ils en ont crû l'usage plus fréquent, soit plutôt parce que la solution en est plus facile. Par exemple, ils ont tous démontré que deux poids attachés à un levier sont en équilibre, lorsque leurs distances du point d'appuy sont dans la proportion renversée de leurs masses, & cette proposition est devenue une espèce d'Axiome. Il ne faut pourtant pas croire qu'elle soit généralement vraie, elle ne l'est qu'en cas que les deux poids tirent parallèlement l'un à l'autre, ce qui est assez rare dans la pratique. Hors de là, il faut aller chercher l'équilibre dans d'autres proportions. Il en va de même des autres propositions de Méchanique les plus constantes, & les plus connues, sur la

Voyez les  
Mémoires  
P. 21.

Poulie, sur le Plan incliné, &c. Elles sont limitées à certains cas particuliers, plus ordinaires, si l'on veut, mais qui sont toujours en très-petit nombre par rapport à une infinité d'autres cas possibles, où elles ne peuvent s'étendre.

M. Varignon n'étant pas encore de l'Académie, fit imprimer en 1687. un Projet de Méchanique, où, après avoir remonté jusqu'à un principe nouveau, & très-simple de l'équilibre des forces, il n'avoit qu'à se laisser conduire au cours naturel des conséquences, pour démontrer avec une égale facilité tous les différens cas possibles en Méchanique, & pour trouver en simples Corollaires particuliers les Propositions qu'on avoit crûes jusque-là les plus universelles. Cependant il avoit manqué à son dessein à l'égard de la Vis. Il s'étoit contenté de la ramener à l'idée generale sous laquelle il embrassoit toutes les Machines; mais il ne la prenoit que telle qu'on avoit coutume de la considerer, c'est-à-dire, dans de certaines circonstances particulieres, qui en facilitoient l'examen.

Des Vendangeurs qu'il vit presser le raisin par le moyen d'une Vis, luy firent faire reflexion, que ce qu'on supposoit pour rendre les solutions Géometriques plus simples, & plus aisées, n'étoit pas ce qui se pratiquoit en cette occasion, & qu'on se feroit mépris si on avoit calculé la force de ces Vendangeurs, selon la regle ordinaire. Quoique la démonstration de la Vis en devint plus embarrassante, il entreprit de la rendre telle que toutes les manieres dont on peut employer cette Machine, y fussent comprises, & cela, selon les principes qu'il avoit établis dans son Projet de Méchanique, dont il fait encore voir l'étendue par cette nouvelle preuve.

---

### S U R U N N I V E A U.

Voyez les  
Memoires  
p. 126.

**L**A Géometrie Pratique n'a point d'opération plus difficile que le Nivellement, & c'est une espece de merveille que deux points étant pris sur la surface de la terre, éloignés

éloignés d'un grand nombre de lieux, on puisse déterminer précisément, s'ils sont également élevés par rapport au centre de la terre, ou de combien l'un l'est plus que l'autre. Aussi ce n'est que depuis peu, c'est-à-dire, depuis l'établissement de l'Académie Royale des Sciences, que l'on est arrivé à cette précision. Les Anciens n'ont pas pu se dispenser de se servir du Niveau pour les grands Aqueducs, & les grandes conduites d'eau qu'ils ont faites, mais comme leur Niveau étoit fort imparfait, & fort peu commode, ils étoient obligés de prendre pour ces sortes de conduites beaucoup plus de pente qu'il ne falloit, & s'ils n'avoient eu au juste que celle qui étoit nécessaire, ils n'eussent pas osé hasarder ces entreprises. Presentement, grace aux Niveaux inventés par Messieurs Picard, Huguens, Roëmer, de la Hire, tous Académiciens, on sçait conduire des eaux, dès qu'il est possible de les conduire, & l'on a vu des miracles de ces Instrumens dans des nivellemens très-longes & très-pénibles, sur tout dans quelques-uns qui ont été faits par ordre du Roy pour Versailles. Par exemple, dans une aussi grande distance que celle de Versailles à la Forest d'Orleans, on a sçu déterminer une aussi petite difference d'élevation que celle de six toises entre le Rez de chaussée du Château de Versailles, & l'Etang du grand Vau de la Forest d'Orleans,

Mais ces Instrumens si parfaits ont une grande incommodité à cause de leur perfection même. Ils ne peuvent être exécutés ni racommodés que par d'habiles Ouvriers, qui ne se trouvent qu'à Paris & en très-petit nombre. Aussi, quoique le Niveau dont on trouvera la description dans les Memoires sous le nom de M. Couplet, soit effectivement celui que Monsieur de la Hire a donné dans le Traité du Nivellement imprimé en 1684. Monsieur Couplet se l'est en quelque maniere rendu propre, en le rendant d'une exécution si facile, que les plus simples Ouvriers en sont capables. Il semble que ce soit-là le donner au public plus veritablement, qu'il ne luy avoit encore été donné.

SUR QUELQUES MACHINES  
EMPLOYEES DANS UNE NOUVELLE  
NAVIGATION DE LA SEINE.

Voyez les  
Memoires  
p. 63. & 184.

**L**Es Rivieres ne contribuent pas seulement à la richesse naturelle des campagnes en les arrosant, elles font encore la richesse artificielle des Provinces, en facilitant le transport des marchandises. Plus leur cours est étendu dans un Etat, & plus elles communiquent les unes avec les autres, plus les parties du corps de cet Etat sont liées, & disposées à s'enrichir mutuellement. Si la Nature, comme il arrive toujours, n'a pas fait pour les hommes tout ce qu'il y avoit de plus avantageux à faire, c'est à eux à achever, & les Hollandois, ou pour prendre un exemple plus considerable, les Chinois, qui ont un país d'une étendue sans comparaison plus grande, ont bien fait voir jusqu'où peut aller en fait de canaux & de navigations l'industrie humaine, & quelle en est la recompense.

Le plus grand & le plus merveilleux ouvrage de cette espece, & en même-temps le plus utile, est en France, c'est la jonction des deux mers. Nous avons encore les Canaux de Briare & d'Orleans, mais enfin il faut convenir que nous n'avons pas un aussi grand nombre de ces sortes d'ouvrages que nous en devrions avoir pour l'intérêt du Commerce, ny autant à proportion qu'il y en a dans la Hollande, ou dans la Chine.

La Seine ne commence à être navigable qu'à Nogent; & comme en poussant cette navigation plus haut, on feroit une communication nouvelle ou plus étendue entre Paris, & les Provinces de Bourgogne, de Champagne, de Lorraine, de Franche-Comté, on eut cette pensée dès le temps de Philippe le Bel, quoi qu'alors les vûes des François ne fussent guere tournées du côté du Commerce, qu'il n'eussent guere d'habileté pour ces sortes de travaux

& que Paris ne fût qu'une assez petite Ville. Aussi le dessein n'eut aucune exécution , & l'on trouva la Seine impraticable au dessus de Nogent , soit que ceux qu'on y avoit envoyés ne fussent pas de grands Ingenieurs , soit qu'ils voulussent favoriser les Habitans de Nogent , qui ont toujours été bien aises que leur Ville fût le premier Port de la Seine.

M. Colbert reprit ce dessein , qui n'eut point de suite non plus , peut-être par les mêmes raisons. M. le Maréchal du Plessis y échoïa aussi , mais enfin feu M. le Duc de Roüanez qui avoit de grandes idées , & un grand genie naturel pour les exécuter , aidé de plus de quelques amis , fort intelligens dans les Méchaniques , remit sur pié cette entreprise , & obtint pour cela des Lettres Patentes du Roy en 1676.

A peine les ouvrages étoient commencés , que les Habitans de Nogent les firent suspendre à force de procès , dont on ne vit la fin qu'en 1685.

Les frais de ces procès , le déperissement des materiaux pendant un si long-temps , & les gages des Commis qui couroient toujours , causerent de si grandes pertes aux Entrepreneurs , qu'ils auroient été obligés d'abandonner tout , s'ils ne les avoient réparées à force d'habileté dans les Méchaniques , c'est-à-dire , en inventant de nouvelles Porres d'Ecluses , & de nouvelles manières de tirer les eaux des excavations ; ce qui les mit en état de continuer leurs travaux avec beaucoup moins de dépense.

De nouveaux procès , & des inondations extraordinaires de la Seine reduisirent encore les Entrepreneurs à de nouveaux expediens de la même nature. Tous les malheurs & routes les traverses qu'ils eurent à essuyer , tournerent au profit de la Méchanique , & ce sont quelques-unes des Machines inventées par M. le Duc de Roüanez , ou par ses associés , dont M. des Billettes donne la description dans les Memoires. Des Hollandois qui ont bien senti l'importance de ces Machines , ont déjà été curieux d'en avoir quelques desseins , & on les publie présentement ici , parce que tout ce qui se découvre dans les Arts ou dans les

SUR UNE MACHINE  
FAITE POUR EPROUVER  
LA PROPORTION DE LA CHUTE  
DES CORPS.

L'Ingenieuse hypothese de Galilée sur la proportion selon laquelle augmente la vitesse des corps qui tombent, est desormais établie dans la Physique. En divisant en parties égales le temps de la chute d'un corps, on sçait que dans le second moment il parcourt trois fois plus d'espace que dans le premier, cinq fois davantage dans le troisième, & ainsi de suite, selon les nombres impairs. Mais cette hypothese si commode pour le calcul, & si vraisemblable par le raisonnement, n'est cependant bonne dans le fond, qu'autant qu'elle est conforme à l'expérience, & c'est ce qu'il n'est pas aisé de verifier dans une grande précision.

Le P. Sebastien a imaginé pour cela, & a très-exactement exécuté une Machine qui lui a paru plus propre à prouver le système de Galilée, que les autres expériences qui ont été faites dans le même dessein.

Cette Machine est composée de deux ou de quatre Paraboles égales qui se coupent à leur sommet en faisant des angles égaux, & ont une axe commun perpendiculaire à l'horison. Cela forme un Paraboloïde, autour duquel tourne une Spirale composée de deux fils de leron paralleles, qui font un plan incliné fort étroit, & tellement disposé que le premier tour de la Spirale ayant 1. pouce de diametre, le second en a 3. le troisième 5. le quatrième 7. &c. Ces tours de Spirale qui font entre eux comme leurs diametres, font les espaces inégaux que les corps qui tom-



bent doivent parcourir en des temps égaux. On voit donc en laissant tomber du sommet du Paraboloïde une petite boule d'ivoire de six lignes de diametre, qui parcourt tout le Plan spiral incliné, qu'elle en parcourt tous les tours dans le même temps, & cela paroît encore mieux, si deux boules égales tournent autour du Paraboloïde, en même-temps, & à quelque distance l'une de l'autre; car quand on les a vûës passer dans le même instant sur le même arc d'une des Paraboles, on voit qu'elles continuent d'aller toujours ensemble, & de se trouver dans le même instant sur quelque autre arc que ce soit, quoy qu'étant à différentes hauteurs, elles parcourent des tours de Spirale fort inégaux.

## SUR LA DESCRIPTION

### DES ARTS.

**L**E travail de l'invention est le plus agreable, & en même temps le plus glorieux, & l'on seroit assés porté naturellement à n'en entreprendre point d'autre. Mais comme l'Académie a plus en vûë d'être utile au public, que de s'occuper avec plaisir, ou de s'attirer de l'éclat, elle a embrassé volontiers un travail sec, épineux, & nullement brillant, tel que celui de la Description des Arts dans l'état où ils sont aujourd'hui en France.

Cette Description entrera dans les derniers détails, quoiqu'il soit souvent très-difficile, ou de les apprendre des Artisans, ou de les expliquer, & elle représentera, soit par discours, soit par figures toutes les matieres qu'on emploie, tous les instrumens, & toutes les operations des Ouvriers.

Par là, une infinité de pratiques, pleines d'esprit & d'invention, mais generalement inconnuës, seront tirées de leurs tenebres:

On assure à la posterité les Arts tels du moins qu'ils

sont presentement parmi nous , elle les retrouvera toujours dans ce Recueil , malgré les revolutions , & si nous en avons perdu quelques uns d'importans qui fussent chez les Anciens , c'est que l'on ne s'est pas servi d'un semblable moyen pour nous les transmettre.

D'habiles gens qui ne peuvent se donner la peine , ou qui n'ont pas le loisir d'aller étudier les Arts chez les Artisans , les verront ici presque d'un coup d'œil , & seront invités par cette facilité à travailler à leur perfection. L'Académie ne manquera pas non plus à marquer dans les occasions ce qu'elle jugera qu'on y pourroit ajouter , ou du moins ce qui seroit à désirer.

Il sera plus aisé de comparer sur chaque Art les Pratiques de France avec celles des autres Païs , & les François ou les Etrangers pourront également profiter de cette comparaison.

On a commencé par l'Art , qui conservera tous les autres , c'est-à-dire , par l'impression. M. Jaugeon , qui en a pris une partie à décrire , a ramassé d'abord les Alphabets des Langues tant mortes que vivantes , avec les Suppléments des Lettres , c'est-à-dire , les Caracteres particuliers à certaines Sciences , comme l'Astronomie , la Chimie , l'Algebre , la Musique. Ensuite ne se renfermant plus dans les bornes d'une simple Description , il a fait voir à l'Académie de nouvelles Lettres Françoises , que l'on a tâché de rendre les plus agreables à l'œil qu'il fût possible. Il est certain que delà dépend presque entierement la beauté d'une impression , mais on aura peut être de la peine à croire quels soins il a fallu se donner pour regler les proportions de grandeur , ou d'épaisseur , les contours , les intervalles des différentes parties qui composent la figure de chaque Lettre. Après avoir consulté tous les Auteurs qui en ont écrit , car cette matiere a paru depuis long-temps digne d'être traitée , on a été réduit à consulter principalement les yeux , juges souverains , mais un peu incertains dans leurs décisions. Le P. Sebastien , M. des Bille-tes , & M. Jaugeon ont été quelque temps occupés de ce

travail. Enfin s'étant déterminés sur une chose purement de goût , & par conséquent très-delicatè , ils ont trouvé une Méthode géométrique , par laquelle les Ouvriers peuvent exécuter dans la dernière précision les figures des Lettres , telles qu'ils les ont réglées. Le Public , à qui il appartient de juger de tout ce travail , en va voir un essai , sur lequel il prononcera. L'Histoire du Roy par Medailles. faites par l'Académie des Inscriptions , est sur le point de paroître , imprimée avec ces nouveaux Caractères.

Plusieurs autres matieres de Méchanique ont aussi été traitées dans l'Académie.

Monsieur Jaugeon y a donné la Description d'un Mortier de bronze qu'il a imaginé , qu'un homme peut porter avec son affust & sa charge , qui peut être pointé sans aucun instrument de Mathématique , qui jette à la fois une douzaine de Grenades à quatre cens pas , & auquel on ne met le feu qu'en un temps. L'épreuve en a été faite , il y a déjà plusieurs années , par ordre du Roy , & en présence de feu M. de Louvois , & ce Mortier fut mis dans le Magasin de Brest.

M. Parent a proposé l'idée d'une Machine pour faire remonter des Vaisseaux , & a fait voir par une formule generale d'Algebre quelle doit être l'élevation de l'eau dans les pompes aspirantes , à chaque coup de piston , quelque figure que puissent avoir les tuyaux , & quelque système que l'on suppose.

Le Roy , depuis le Reglement , ayant toujours fait l'honneur à l'Académie de luy renvoyer l'examen des Machines , dont les Inventeurs demandent des Privileges , il ne sera pas hors de propos de mettre icy le Catalogue de celles qui ont été approuvées par la Compagnie , soit pour commencer à donner aux Auteurs une partie de la gloire qu'ils meritent , soit pour avertir le Public de ses nouvelles richesses.

L'examen que fait l'Académie roule toujours sur deux points principaux.

1. On prend garde d'abord si la Machine proposée est effectivement nouvelle, ce qui demande une grande connoissance historique de toutes les Machines. Souvent tel se donne pour Inventeur, qui n'a fait que prendre dans un Livre une Machine oubliée, & même quelques-unes qui ont brillé pour leur nouveauté, se sont trouvées dans le Cabinet où l'Académie rassemble differens Modeles. Ce n'est pas que par rapport à l'effort d'esprit, & au travail, on ne puisse être l'Inventeur d'une chose déjà inventée, mais enfin ce qui a été publié appartient au Public, & ce seroit luy faire acheter son propre bien que d'en accorder un Privilege.

2. Il faut qu'une Machine soit utile, & d'un usage assés commode, & sur la discussion de ce point, on met en œuvre toute la science de la Méchanique. On ne sçait que par un trop grand nombre d'expériences, combien il est facile d'être trompé à l'effet qu'on attend d'une Machine, même sans que l'amour de l'invention s'en mêle. Quelquefois en defabulant les Inventeurs d'une pensée qui les flatoit, on leur épargne un Privilege qu'ils auroient pû obtenir, & qui les auroit ruinés,

## MACHINES, OU INVENTIONS APPROUVEES PAR L'ACADEMIE

PENDANT L'ANNE'E M. DC. LXXXIX.

1. **M**achine pour élever de l'eau dans les incendies au haut des maisons, inventée par..... Armurier de Semur en Auxois.

2. Machine pour tailler les Limes, par le sieur du Verger Menuisier.

3. Voûte plate, dont la coupe des pierres est particulière, par M. Abeille Ingenieur.

Outre

Outre ces Machines , sur lesquelles on demandoit à l'Académie une Approbation en forme , qu'elle a donnée , quoique quelquefois avec des restrictions , qu'il n'est pas besoin de marquer ici , il y en a eu d'autres , nouvelles aussi , & ingénieuses , que les Auteurs ont apportées à la Compagnie , seulement pour les faire voir , ou pour la consulter. Par exemple.

Une Machine pour faire mouvoir en même-tems six ou sept Scies qui tailleront le marbre & les pierres dures , d'une vitesse égale à celles des Scieurs , inventée par M. du Guet Ingenieur.

Des Rames tournantes du même Auteur , qui seroient utiles aux Vaisseaux de guerre en plusieurs occasions , comme pour aller pendant le calme , & faire une lieue par heure avec la moitié de l'équipage seulement , pour entrer dans un Port , ou en sortir sans le secours du vent , pour aider à la voile , quand même elle donneroit trois lieues par heure , ce qui feroit qu'on pourroit aborder ou éviter l'ennemi quand on voudroit , se retirer d'un combat , &c.

Le Sonometre de M. Loulié , par le moyen duquel toute personne qui n'auroit jamais accordé de Clavecin , pourvu qu'elle eût assez d'oreille pour mettre une corde à l'unisson & à l'octave d'une autre , pourroit du premier coup accorder un Clavecin aussi vite , & aussi facilement que les meilleurs Maîtres.

**C**omme l'Histoire de l'Académie doit être , autant qu'il est possible , celle des Académiciens , on ne manquera point , quand il en sera mort quelqu'un , de lui rendre en quelque façon les honneurs funebres dans un Article à part , où l'on ramassera les particularitez les plus considerables de sa vie. Monsieur Bourdelin mort dans l'année dont nous écrivons presentement l'Histoire , sera le premier envers qui l'Académie s'acquittera de ce devoir.

---

## ELOGE DE MONSIEUR BOURDELIN.

**C**LAUDE BOURDELIN, né d'honnêtes parens à Ville-Franche près de Lyon en 1621. perdit son pere & sa mere, étant encore très-jeune, & fut amené à Paris. Abandonné à sa propre conduite dans un âge, & dans un pais fort dangereux, il apprit de lui-même le Grec & le Latin, dans la vûe de s'attacher à la Pharmacie & à la Chimie, qui ont fait ensuite son unique occupation pendant près de 56. années.

Il s'acquit en assez peu de tems une grande reputation, non seulement pour l'exacte & fidelle preparation des remedes, qu'il distribuoit à tout le monde à un prix égal & très-modique, mais encore pour la connoissance des maladies, sur lesquelles il donnoit sans aucune récompense des conseils modestes, & souvent heureux. Quoiqu'il ne promît jamais la santé à un malade avec une certaine assurance, on ne laissoit pas d'avoir une extrême confiance en lui. Il n'approuvoit point la saignée, hormis dans l'Apoplexie de sang, & on lui a vû guerir sans ce secours quantité de maladies aiguës inflammatoires, comme des Pleuresies, des Fluxions de poitrine, des Esquinancies, &c.

Quand l'Académie Royale des Sciences fut formée en 1666. par M. Colbert, qui apporta tous ses soins au choix des Sujets, M. Bourdelin y fut mis en qualité de Chimiste, & aussi tôt il travailla avec M. du Clos à l'examen des Eaux Minerales du Royaume. Il fit ensuite un très-grand nombre d'expériences sur les mélanges des suc des Plantes, ou des Esprits & des Sels des Mineraux, avec le sang arteriel, ou veneux, ou avec la bile, le fiel, la lympe des Animaux. Il a suivi avec toute la diligence & l'exactitude possible l'analyse de toutes les Plantes qu'il a pû recouvrer, & a beaucoup contribué à la perfection de cette Méthode,

dont l'Académie a voulu voir le fond. Il a même tenté l'analyse des huiles par des moyens de son invention, & qui peuvent beaucoup servir à connoître cette partie des Mixtes. Enfin il a fait voir à l'Académie près de deux mille analyses de toutes sortes de corps, & a exécuté ou inventé la plus grande partie des Opérations Chimiques qui ont été faites dans cette Compagnie pendant plus de trente-deux ans.

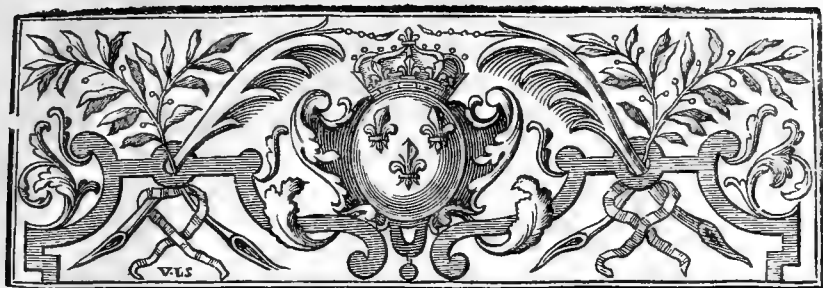
Il mourut le 15. Octobre 1699. âgé de près de quatre-vingt ans. Il reçut la mort avec toute la fermeté d'un homme de bien.

Il a laissé deux fils, tous deux Académiciens; l'un de l'Académie des sciences, l'autre de celle des Inscriptions.

Sa place d'Académicien Pensionnaire Chimiste a été remplie par Monsieur Lemery qui étoit Associé. Monsieur Geoffroy, qui étoit Eleve de Monsieur Homberg est monté à la place d'Associé qu'avoit Monsieur Lemery. Monsieur Homberg a eu pour Eleve Monsieur Berger qui l'étoit auparavant de Monsieur Tournefort, & Monsieur Tournefort a eu pour le sien Monsieur Lemery Docteur en Médecine, fils de Monsieur Lemery Académicien Pensionnaire.

F I N.





# MEMOIRES

DE

MATHEMATIQUE

ET

DE PHYSIQUE,  
TIREZ DES REGISTRES  
de l'Academie Royale des Sciences.

De l'Année M. D C. X C I X.

## METHODE

### POUR TROUVER DES COURBES

*Le long desquelles un corps tombant, s'approche ou s'éloigne de l'horizon en telle raison des temps qu'on voudra, & dans quelque hypothese de vitesses que ce soit, &c.*

Par M. VARIGNON.



L y a déjà long-tems que Mr. Leibnitz <sup>7. Mars. 1699.</sup> & Mrs. Bernoulli ont trouvé les Courbes, le long desquelles un corps tombant suivant l'hypothese d'acceleration établie par Galilée, il approcheroit également de l'horizon ou d'un point quelconque en tems égaux. Je donnai aussi à l'Académie en 1695. une nouvelle Solution du premier de ces Problèmes sans le secours du calcul des infi-

1699.

A

nis. Voici presentement ce que ce calcul m'a donné depuis par rapport à la même matiere à l'occasion de cet Ecrit , lequel ne s'étendant qu'aux approches égales de l'horison en tems égaux pour l'hypothese seule de Galilée, ma fait penser à celles qui seroient en telle raison des tems qu'on voudroit, & suivant telle hypothese d'acceleration qu'on voudroit aussi.

Je trouvai d'abord les Courbes requises pour cela dans l'hypothese ordinaire des directions des graves paralleles entr'elles. Ensuite se presenterent de même celles que ces corps décriroient dans l'hypothese de leurs directions concourantes au centre de la Terre. De là reprenant les directions paralleles, je trouvai encore de même pour toutes les hypotheses imaginables d'acceleration dans les corps qui tombent, l'expression générale des Courbes qu'ils devroient aussi décrire pour s'approcher ou s'éloigner également en tems égaux de tout autre point quelconque pris dans le plan de chacune de ces Courbes. Et dans le détail des différentes positions de ce point, se sont présentées plusieurs formules très-curieuses.

Par exemple ( pour ne parler ici que de l'hypothese de Galilée ) en imaginant ce point dans l'axe vertical de la courbe cherchée en ce cas, j'en ai vu naître tout ce qu'on en a donné jusqu'ici d'Equations. En le regardant comme infiniment éloigné suivant une direction verticale, j'en ai vu naître aussi le lieu de la seconde Parabole cubique déjà trouvée pour la Courbe, suivant laquelle en ce cas un corps s'approcheroit également de l'horizon en tems égaux. De même en regardant ce point comme infiniment éloigné suivant une direction horizontale, la Parabole ordinaire s'est trouvée être la Courbe suivant la convexité de laquelle un corps tombant, il s'éloigneroit de son axe vertical également en tems égaux; ce qui est justement ce que Galilée avoit supposé pour prouver que cette Courbe est celle que décriroient les corps graves jettez horizontalement dans le vuide. Quant au cas de ce point infiniment éloigné suivant une direction oblique quelconque à l'horison, je détermine quand la courbe cherchée doit être encore une telle parabole, ou non, même dans l'hy-

pothèse de Galilée. Voici le tout dans l'ordre qu'il m'est venu en pensée.

Plan. 1.  
FIG. 1.

I. COMMENÇONS donc par chercher une Courbe  $BC$ , telle que, supposé les directions des graves parallèles entr'elles, un corps tombant de  $A$  le long de cette Courbe, il s'éloigne de l'horizon  $AD$  en telle raison des tems qu'on voudra, quelque hypothèse qu'on fasse aussi de la vitesse des corps en tombant.

Après avoir fait la verticale  $AL$ , avec les horizontales  $BH$ ,  $bb$ , indéfiniment proches l'une de l'autre, soient prises les ordonnées  $EH$  d'une Courbe quelconque  $AHG$  pour les vitesses acquises par les chûtes de  $A$  en  $B$  ou en  $E$ ; soient de même les tems employez à tomber de  $A$  en  $B$ , exprimez par les ordonnées  $EF$  d'une autre courbe  $AFK$  aussi quelconque. Soient enfin  $AE = x$ ,  $EB = y$ ,  $EH = v$ , &  $EF = z$ .

II. Cela posé, l'on aura  $\frac{Bb}{HE}$  pour le tems employé à parcourir  $Bb$ , lequel n'étant qu'un instant ( $dz$ ), donnera  $dz = \frac{Bb}{HE} = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{v}$ , ou ( en prenant  $a = 1$  )

$a\sqrt{ax^2 + dy^2} = v dz$ , dans laquelle équation il n'y a plus qu'à substituer les valeurs de  $v$  & de  $dz$ , qui resulteront en  $x$  & en  $dx$  des équations des Courbes données  $AHG$  &  $AFK$ ; & elle deviendra celle de la Courbe cherchée  $BC$ .

III. Pour faire l'application de ceci à l'hypothèse de Galilée, il faut considérer que dans cette hypothèse les vitesses  $HE$  ( $v$ ) des corps qui tombent, sont comme les racines des hauteurs  $AE$  ( $x$ ), en sorte que  $AHG$  soit une parabole ordinaire dont le lieu soit  $v = \sqrt{ax}$ ; ce qui étant introduit dans l'équation précédente ( art. 2. )  $a\sqrt{dx^2 + dy^2} = v dz$ , la changera en  $a\sqrt{dx^2 + dy^2} = dz\sqrt{ax}$ , ou  $\frac{a\sqrt{dx^2 + dy^2}}{\sqrt{ax}} = dz$ , pour tel rapport des tems qu'on vou-

dra dans l'hypothèse de Galilée.

IV. Si l'on veut de plus que la Courbe  $BC$  soit telle qu'un corps tombant de  $A$  le long d'icelle, s'éloigne également de l'horizon  $AD$  en tems égaux : c'est-à-dire

FIG. 2.

en sorte que les tems  $FE$  soient comme les hauteurs  $AE$ , ou que  $AFK$  soit une ligne droite, & si l'on veut  $LK=LA$ ; alors on aura aussi  $FE(x)=AE(x)$ ; & par conséquent  $d\mathcal{Z}=dx$ . Ce qui changera encore ici l'équation  $\frac{\sqrt{dx^2+dy^2}}{\sqrt{ax}}$

$d\mathcal{Z}$  de l'art. 3. en  $\frac{a\sqrt{dx^2+dy^2}}{\sqrt{ax}}=dx$ , laquelle se réduit à

$dy=dx\sqrt{\frac{x-a}{a}}$ , ou  $aady=a dx\sqrt{ax-aa}$ , dont l'intégrale est  $ay=\frac{2ax-2aa}{9}\sqrt{ax-aa}$ , ou  $ay=\frac{2x-2a}{3}\sqrt{ax-aa}$ :

de sorte qu'en prenant  $t=x-a$ , ce lieu sera  $ay=\frac{2}{3}t\sqrt{at}$ , ou  $aayy=\frac{4}{9}at^3$ , ou enfin  $\frac{2}{3}aayy=t^3$ . Ce qui fait voir que

la Courbe cherchée  $BC$  doit être ici une seconde Parabole cubique, laquelle ne doit commencer qu'au point  $O$  de son axe, tel que  $AO$  soit  $=a$ ; ce qui rendra  $OE=t$ , puisque (*hyp.*)  $AE=x$ . D'où l'on voit que le corps qui doit ainsi tomber le long de cette Courbe, doit commencer à son sommet  $O$  avec une vitesse telle qu'il l'auroit acquise de  $A$  en  $O$ ; ce qui s'accorde avec les Solutions de M<sup>r</sup> Leibnitz & M<sup>rs</sup> Bernoulli.

FIG. 3.

V. Voilà pour le cas des directions des graves paralleles entr'elles; mais si l'on veut qu'elles concourent en quelque point  $R$ , qui soit (si l'on veut) le centre de la Terre, comme dans la Fig. 3. prise en général; & qu'après avoir pris encore  $AE=x$  pour les hauteurs des espaces parcourus depuis le commencement  $A$  de la chute jusqu'au point  $B$  de la courbe cherchée où le corps se trouve,  $\mathcal{Z}$  pour les tems employez à les parcourir,  $v$  pour la vitesse acquise en ce point  $B$ ; on prenne de plus  $AR=c$  pour la distance du centre  $R$  de la Terre au point  $A$  d'où ce corps commence à tomber, &  $AM=y$  pour l'arc de l'horizon compris entre ce point  $A$  & la droite  $RM$  tirée du centre  $R$  de la Terre par ce corps  $B$ : Un raisonnement semblable & tout aussi simple

que celui de l'art. 2. donnera ici  $d\mathcal{Z}=\frac{\sqrt{cdx^2+c-x^2}\times dy^2}{cv}$  pour l'équation générale de la Courbe, le long de laquelle ce

corps tombant s'éloigneroit de l'horizon, ou s'approcheroit du centre de la Terre en telle raison des tems qu'on voudroit; parce qu'en imaginant  $Rm$  infiniment près de  $RM$ , & qui rencontre  $BE$  en  $G$ ; l'on aura  $RM (c)$ .  $RB (c-x) :: Mm (dy)$ .  $BG = \frac{c-x}{c} \times dy$ . Ce qui donne  $Bb = \frac{\sqrt{cdx^2 + c-x^2} \times dy^2}{c}$ ; & conséquemment, l'instant  $d\tau \left( \frac{Bb}{v} \right) = \frac{\sqrt{cdx^2 + c-x^2} \times dy^2}{c v}$ . De sorte que si l'on vouloit que

ces éloignemens de l'horizon, ou ces approches du centre  $R$  de la Terre, fussent comme les tems dans l'hypothese des vîteses acquises en raison des racines des hauteurs; l'on auroit alors (en prenant  $a=1$ )  $ady = \frac{cdx\sqrt{ax-aa}}{c-x}$  pour l'équation de cette Courbe.

VI. Il n'y a ici qu'à faire  $c$  infinie pour le cas des directions des graves paralleles entr'elles; & ces deux égalitez donneront encore celles des articles 2 & 4 sçavoir  $d\tau = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{v}$  ou (à cause de  $a=1$ )  $v d\tau = a\sqrt{dx^2 + dy^2}$  comme dans l'art. 2. Et  $ady = dx\sqrt{ax-aa}$ , ou  $dy = dx\sqrt{\frac{x-a}{a}}$ , comme dans l'art. 4.

VII. Pour construire presentement l'égalité  $ady =$  FIG. 3.  
 $\frac{cdx\sqrt{ax-aa}}{c-x}$  de l'art. 5. & décrire la Courbe particuliere  $BC$  qu'elle exprime dans la Fig. 3. restreinte à cette équation particuliere; soit sur l'axe  $AR$  une Courbe Geometrique  $ST$  dont les abscisses étant  $AE=x$ , & les ordonnées  $SE$

perpendiculaires à cet axe, le lieu soit  $SE = \frac{c\sqrt{ax-aa}}{a-x}$ ; laquelle par consequent rencontre  $AR$  en  $O$ , de maniere qu'elle laisse  $AO=a$ , & que  $RT$  perpendiculaire sur  $AR$ , lui soit asymptote. Soit prise ensuite  $AP=AO$  sur  $RA$  prolongée, sur laquelle soient faites aussi les perpendiculaires  $AQ, PQ$ ; soit de plus l'arc circulaire  $AMD$  décrit du centre  $R$ .

Cela fait, & les quadratures de l'hyperbole & du cercle

étant supposées, soit pris le rectangle  $PL$  égal à l'espace  $OE$   $S$ , ensuite l'arc  $AM = AL$ ; soit de plus la droite  $MR$  rencontrée en  $B$  par l'arc  $EB$  décrit du centre  $R$ . Il est visible que ce point  $B$  sera un de ceux de la Courbe cherchée; & qu'ainsi cette Courbe  $BC$  ne doit commencer qu'en  $O$ . D'où l'on voit encore que c'est là que le corps qu'on suppose la suivre en tombant, doit commencer avec une vitesse telle qu'il l'auroit acquise de  $A$  en  $O$ , pour s'éloigner de l'horizon  $AD$ , ou pour s'approcher du centre  $R$  de la Terre, également en temps égaux.

Il est encore manifeste qu'en supposant  $x - a (OE) = t$ , &  $dr = BG$  retranché de  $BE$  par  $Rm$  infiniment voisine de  $RM$ ; l'on aura aussi  $dt\sqrt{t} = dr\sqrt{a}$  pour l'équation de la Courbe  $OBC$ . D'où l'on voit qu'elle doit toucher son axe  $AR$  en  $O$ , & revenir ensuite le rencontrer en  $R$  sous un angle (avec la dernière  $RB$ ) dont le sinus soit à celui de son complément ::  $\sqrt{OR} \cdot \sqrt{AO}$ . De manière qu'elle aura un point d'inflexion; lequel sera  $B$ , si l'on prend  $EO = -$

$$\frac{4}{3} a + \sqrt{\frac{1}{2} ac + \frac{1}{16} a^2}. \text{ Elle aura aussi sa longueur } OB = \\ \frac{2}{3} AE \times \sqrt{\frac{AE}{AO}}, \text{ c'est à dire, sa longueur entiere } OBCR = \\ \frac{2}{3} AR \times \sqrt{\frac{AR}{AO}}; \text{ Et le triligne } ORBO = \frac{5 OR \times OE - 3 OE \times OE}{15} \times \\ \sqrt{\frac{OE}{AO}}, \text{ c'est à-dire, l'espace entier } ORCBO, \text{ qu'elle ren-} \\ \text{ferme,} = \frac{2}{15} OR \times OR \times \sqrt{\frac{OR}{AO}}$$

Il est à remarquer par rapport à la précédente équation  $dt\sqrt{t} = dr\sqrt{a}$ , que si du point  $b$  ou  $Rm$  infiniment proche de  $RM$ , rencontre l'arc  $OC$ . l'on fait  $bI$  en sorte qu'on ait  $bG \cdot GI :: RG \cdot GE$ . l'on aura  $BI$ , & non pas  $BG (dr)$ , pour la différentielle des arcs concentriques  $be$ ,  $BE$ . Ainsi l'intégrale de  $dt\sqrt{t} = dr\sqrt{a}$  ne sera pas ici  $\frac{2}{3} t\sqrt{t} = r\sqrt{a} = BE \times \sqrt{a}$ , comme elle le seroit si le point  $R$  étoit infiniment éloigné, en sorte que  $BR$ ,  $ER$ , fussent parallèles entr'elles, & l'ordonnée  $BE$  une ligne droite : parce qu'alors  $BG (dr)$  seroit effectivement la différentielle

de  $BE$  pour lors  $=r$ , & non pas ici où la différentielle de  $BE$  est  $BI$ ; puisque (*hyp.*)  $GI. GE :: bG RG$ . ce qui donne  $GI + GE$  ( $IE$ ).  $GE :: bG + RG$  ( $bR$ ).  $RG$ . ou (soit l'arc  $be$  décrit du centre  $R$ )  $IE. bR :: GE. GR :: be. bR$ . donc  $IE = be$ , &  $BI = BE - be$ .

De plus, ayant (*hyp.*)  $RG. GE :: bG. GI = \frac{GE \times bG}{RG}$   
 $\frac{BE \times BE}{RE}$ . l'on aura cette différentielle  $BI = BG - \frac{BE \times FE}{RE}$   
 (suivant les noms de l'*art.* 5.)  $= \frac{cdy - xdy - ydx}{c}$ .

VIII. Si l'on conçoit présentement que le point  $R$  soit FIG. 4.  
 infiniment éloigné; alors  $AR, MR$ , devenant parallèles, l'arc  $AMD$  se redressant en  $AQ$ , & la Courbe  $OST$  se changeant en parabole d'Apollonius, dont  $O$  est le sommet, & dont la concavité se tourne vers  $OR$ ; la Courbe  $OBC$  devient aussi la même parabole cubique que dans l'*art.* 4. Et la construction précédente se réduit ici à prendre l'espace parabolique  $OES = \text{rect.}$   $AN$ : le point  $B$  ou les droites  $SE, NM$ , se rencontrent, étant à cette seconde parabole cubique.

IX. Il est à remarquer que les vitesses que nous avons supposées (*art.* 5.) comme les racines des hauteurs, nonobstant le changement continuel des directions de la pesanteur du corps en question, ne conviennent aux corps graves de pesanteurs constantes & de directions changeantes, que dans les cas de ces directions parallèles; & que pour avoir de telles vitesses dans un continuel changement de leurs directions concourantes en un même point, il leur faudroit des pesanteurs variables: mais ce n'est pas ici le lieu d'en parler, outre que quelque hypothèse de vitesse qu'on fasse, l'équation générale de l'*art.* 5. lui conviendra toujours également. Passons donc à quelques Remarques que voici encore par rapport au même sujet.

#### REMARQUES.

X. Pour dire aussi quelque chose de la Courbe  $QLM$  FIG. 5.  
 le long de laquelle un corps tombant du point  $A$ , il approche également en tems égaux d'un autre point quelconque  $T$  placé aussi où l'on voudra dans le plan de cette

Courbe, supposé les directions des graves paralleles entr'elles. Soient la verticale  $AB$  & l'horizontale  $TB$  lesquelles se rencontrent en  $B$ , & auxquels soient paralleles les coordonnées  $LO$  &  $LH$  menées d'un point quelconque  $L$  de cette Courbe; soit de plus du centre  $T$ , l'arc  $Sl$  qui laisse  $Ll$  indéfiniment petite; soit aussi  $v$  la vitesse de ce corps en  $L$ . L'on aura en général pour toutes les posi-

tions de  $T$ ,  $= \frac{Ll}{Sl}$ ; ce qui donne  $\sqrt{vv-1} = \frac{Sl}{Sl}$ ; & de la

(en supposant ici  $AB=a$ ,  $BT=b$ ,  $AH=x$ , &  $Hl=\zeta$ ) vient  $\sqrt{vv-1} = \frac{\zeta dx - b dx + a d\zeta - x d\zeta}{x dx - a dx + \zeta d\zeta - b d\zeta}$  pour

l'équation de cette Courbe  $QLM$ , quelque hypothese qu'on fasse des vitesses  $v$ .

XI. D'où l'on voit que lorsque  $T$  se trouve au dessus de la Courbe  $QLM$ : sçavoir.

1°. Lorsque  $T$  se trouve entre cette Courbe & l'horizontale  $AG$ , l'équation précédente demeure la même, n'y arrivant autre changement sinon que  $AB(a)$  se trouve seulement plus petite que  $AH$  à mesure que  $T$  ou  $BO$  se trouve plus près de  $AG$ .

2°. Mais lorsque  $T$  se trouve dans l'horizontale  $AG$ , alors  $AB(a)=0$ , change l'équation précédente en  $\sqrt{vv-1} = \frac{\zeta dx - b dx - x d\zeta}{x dx - b d\zeta + \zeta d\zeta}$ .

3°. Et si  $T$  se trouve au-delà de  $AG$  vers  $N$  du côté de  $G$ ; alors  $AB(a)$  devenu negatif, donnera  $\sqrt{vv-1} = \frac{\zeta dx - b dx - a d\zeta - x d\zeta}{x dx + a dx + \zeta d\zeta - b d\zeta}$ .

XII. Lorsque  $T$  se trouve de l'autre côté de l'axe  $AB$  vers  $XE$ ; alors  $BF(b)$  devenu negatif à son tour donnera,

1°. Sur  $BX$ ,  $\sqrt{vv-1} = \frac{\zeta dx + b dx + a d\zeta - x d\zeta}{x dx - a dx + \zeta d\zeta + b d\zeta}$ , & toujours de même jusque sur  $AE$ .

2°. Mais lorsque  $T$  sera sur  $AE$ ; alors outre  $BT(b)$  negatif ayant encore  $AB(a)=0$ , l'on aura  $\sqrt{vv-1} = \frac{\zeta dx + b dx - x d\zeta}{x dx + \zeta d\zeta + b d\zeta}$ .

3°. Et si  $T$ , du côté de  $E$ , se trouve au dessus de  $AE$  vers  $N$ ; alors  $AB(a)$  negatif aussi-bien que  $BT(b)$ ; donnera



donnera  $\sqrt{vv-1} = \frac{\chi dx + b dx - a d\chi - x d\chi}{x dx + a dx + \chi d\chi + b d\chi}$ .

XIII. Enfin si  $T$  se trouve sur  $AB$ ; alors  $BT(b) = 0$  donnera.

1°.  $\sqrt{vv-1} = \frac{\chi dx + a d\chi - x d\chi}{x dx - a dx + \chi d\chi}$ , tant que  $T$  sera au dessous de  $A$  vers  $C$ , comme en  $B$ , &c.

2°. Lorsque  $T$  sera en  $A$ ; ayant aussi pour lors  $AB(a) = 0$ , l'on aura  $\sqrt{vv-1} = \frac{\chi dx - x d\chi}{x dx + \chi d\chi}$ .

3°. Mais lorsque  $T$  demeurant sur  $AB$  prolongée, se trouvera par-delà  $A$  vers  $N$ ; alors outre  $BT(b) = 0$ , ayant encore  $AB(a)$  négatif, l'on aura  $\sqrt{v-v_1} = \frac{\chi d\chi - a d\chi - x d\chi}{x dx + a d\chi + \chi d\chi}$ .

XIV. De plus si l'on suppose le point  $T$  infiniment éloigné, c'est-à-dire,  $LT$  infinie :

1°. Si  $LT$  infinie se trouve verticale de quelque côté de  $AB$  qu'elle rencontre  $XO$ , alors  $AB(a)$  se trouvant aussi infinie, l'on aura  $\sqrt{vv-1} = \frac{a d\chi}{-a dx} = \frac{d\chi}{-dx}$ , si  $T$  est du côté de  $CC$ ; ou  $\sqrt{vv-1} = \frac{-a d\chi}{a dx} = \frac{-d\chi}{dx}$ , s'il est du côté de  $N$ ; ce qui revient au même.

2°. Si  $LT$  infinie se trouve horizontale; alors  $BT(b)$  à son tour infinie, donnera aussi  $\sqrt{vv-1} = \frac{dx}{d\chi}$ , de quelque côté de  $AB$  que se trouve le point  $T$ .

3°. Enfin si  $LT$  infinie se trouve oblique à l'horizon; alors  $AB(a)$  &  $BT(b)$  toutes deux infinies, donneront

$\sqrt{vv-1} = \frac{-b dx + a d\chi}{-b d\chi - a dx} = \frac{b dx - a d\chi}{b d\chi + a dx}$  (soit  $p. q :: a. b.$ ) =  $\frac{q dx - p d\chi}{q d\chi + p dx}$ , dont les signes varieront selon les côtés de son obliquité.

XV. Il est à remarquer que le cas du nomb. 1. de l'art. 13. exprimé dans la Fig. 6. est celui que M. Leibnitz, & M<sup>rs</sup> Jacques & Jean Bernoulli freres ont résolu, chacun à leur maniere, dans les actes de Leipzik de 1694. L'équation  $\sqrt{vv-1} = \frac{\chi dx + a d\chi - x d\chi}{x dx - a dx + \chi d\chi}$  trouvée pour ce cas, revenant aux leurs

Car ce cas de  $T$  en  $B$ , & de  $H$  au-dessous, donnant  $TH = x - a$ , si après avoir décrit du centre  $T$  un demi cercle quelconque  $DEK$  qui rencontre  $TL$  en  $E$ , & de ce point  $E$  l'ordonnée  $EF$ , on fait  $TF = y$ ,  $TE = c$ , &  $TL = t$ ; l'on aura,

1°.  $TE (c) . TL (t) :: TF (y) . TH (x - a) = \frac{ty}{c}$ . Ce qui donne  $x = \frac{ty}{c} + a$ , &  $dx = \frac{t dy + y dt}{c}$ .

2°.  $TE (c) . TL (t) :: FE (\sqrt{cc - yy}) . HL (z) = \frac{t \sqrt{cc - yy}}{c}$ . Ce qui donne aussi  $dz = \frac{cc dt - yy dt - ty dy}{c \sqrt{cc - yy}}$ .

Donc en substituant ces valeurs de  $x$ ,  $dx$ ,  $z$ ,  $dz$ , dans l'équation précédente, l'on aura  $\sqrt{vv - 1} = \frac{t dy}{dt \sqrt{cc - yy}}$ .

Mais ici en prenant à l'ordinaire la vitesse ( $v$ ) en  $L$ , comme  $\sqrt{AH}$ , c'est-à-dire,  $v = \sqrt{x(\text{nomb. 1.})} = \sqrt{\frac{ty}{c} + a}$ ,

&  $a = 1$ ; l'on aura  $\frac{t dy}{dt \sqrt{cc - yy}} (\sqrt{vv - 1}) = \sqrt{\frac{ty}{c} + a - 1} = \sqrt{\frac{ty}{c}}$ : Ce qui donne l'équation  $\frac{dy \sqrt{c}}{\sqrt{cc - yy}} = \frac{dt}{\sqrt{t}}$ , ou (en faisant passer par  $A$  le cercle arbitraire  $DEK$ , comme a fait M. (Jean) Bernoulli, c'est-à-dire, en prenant son rayon  $c = a = 1$ )  $\frac{dy}{\sqrt{aay - y^3}} = \frac{dt}{\sqrt{t}}$ , ainsi qu'il l'a trouvée pour ce cas, en appellant  $x$ , ce que nous appelons  $t$ ; & que M. Leibnitz l'a trouvée aussi, en appellant  $z$ , ce que nous appelons ici  $y$ .

XVI. Il est encore à remarquer que dans le cas du nomb. 1. de l'art. 13. si au lieu de  $AH (x)$  on prend les  $TH$  ou  $BH = r$  pour abscisses, & qu'à la place de  $x$  & de  $dx$ , on restituë leurs valeurs  $r + a$ ,  $dr$ , dans l'équation  $\sqrt{vv - 1} = \frac{z dr + a dz - x dz}{x dx - a dx + z dz}$  de ce cas; cette équation se changera ici en  $\sqrt{vv - 1} = \frac{z dr - r dz}{r dr + z dz}$ : De sorte que dans l'hypothèse ordinaire ayant la vitesse  $v = \sqrt{AH} = \sqrt{r + a}$ , si l'on fait  $a = 1$ ; l'on aura aussi  $\frac{z dr - r dz}{r dr + z dz} (\sqrt{vv - 1}) =$

$\sqrt{r+a-1}=\sqrt{r}$ , ou  $zdr-rdz \times \sqrt{a}=rdr+zdz \times \sqrt{r}$   
pour l'équation de ce même cas.

XVII. Cette équation comparée avec celle qu'on vient de trouver dans l'art. 15. fait voir que si l'on change les indéterminées,  $r$  ( $TH$ ) &  $z$  ( $HL$ ) en deux autres  $y$  ( $TF$ ) &  $t$  ( $LT$ ); & qu'on considère que  $K$  en  $\mathcal{A}$ , ou  $TL=TA$  donne

$$TE(a).TL(t)::\begin{cases} TF(y).TH(r)=\frac{ty}{a}. \\ FE(\sqrt{aa-yy}).HL(z)=\frac{t}{a}\sqrt{aa-yy}. \end{cases}$$

L'on aura deux valeurs de  $r$  & de  $z$  qui substituées en leurs places dans cette équation  $zdr-rdz \times \sqrt{a}=rdr+zdz \times \sqrt{r}$ , de l'art. 16. la changeront en la précédente  $\frac{dy}{\sqrt{aay-yy}}=\frac{dt}{\sqrt{t}}$  de l'art. 15. dont les indéterminées ne sont plus mêlées, mais séparées d'une manière qui en rend la construction aisée par des quadratures ou des rectifications de Courbes.

XVIII. L'équation  $\sqrt{vv-1}=\frac{dz}{-dx}$  du nomb. 1. de l'art. 14. pour le cas où le corps tombant de  $\mathcal{AG}$  le long de la Courbe cherchée, doit s'approcher ou s'éloigner également de l'horizon, donne aussi la parabole quarrecubique, ainsi qu'elle a déjà été trouvée ci-dessus dans les art. 4. & 8. pour l'hypothèse ordinaire des vitesses des corps en tombant. Car cette hypothèse donnant la vitesse  $v=\sqrt{\mathcal{AH}}=\sqrt{x}$ ; l'on aura  $\frac{dz}{-dx}(\sqrt{vv-1})=\sqrt{x-1}$ , ou (en prenant ici  $p=1$ )  $dz\sqrt{p}=-dx\sqrt{x-p}$ , dont l'intégrale est  $-z\sqrt{p}=\frac{2}{3} \times x-p^{\frac{3}{2}}$ , ou plutôt  $\frac{2}{3} p z z=x-p^{\frac{3}{2}}$  (soit  $x-p=n$ )  $=n^{\frac{3}{2}}$ , ainsi qu'on l'a trouvée jusqu'ici, n'y ayant de différence qu'en ce que les ordonnées ( $z$ ) en seroient ici négatives.

Mais s'il étoit indifférent de quel point de l'horizontale  $\mathcal{AG}$  le corps tombât, & que la distance arbitraire de ce point au point  $\mathcal{A}$  fût  $=e$  constante; l'intégrale de  $-dz\sqrt{p}=dx\sqrt{x-p}$ , se trouveroit aussi être  $e-z \times \sqrt{p}=\frac{2}{3} \times x-p^{\frac{3}{2}}$ , c'est-à-dire (en faisant encore  $x-p=n$ , &

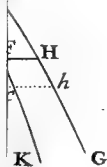
$e - z = m) m \sqrt{p} = \frac{2}{3} n^{\frac{3}{2}}$ , ou  $\frac{2}{3} p m m = n^3$ , qui exprimeroit encore la même parabole quarrée cubique placée seulement sur un autre axe vertical distant de  $AB$  de la valeur de  $e$ : De maniere que ces deux paraboles semblablement posées sur leurs axes paralleles, seroient aussi paralleles entr'elles, & à même distance ( $p$ ) de leurs sommets à l'horizontale  $AG$ ; laquelle distance marqueroit les hauteurs des chûtes propres à donner aux corps qu'on suppose se mouvoir le long de ces Courbes, les vîteses avec lesquelles ils devroient commencer à leurs sommets, pour approcher également en tems égaux de l'horizontale  $XO$ .

XIX. Quant à l'équation  $\sqrt{v v - 1} = \frac{dx}{dz}$  du nomb. 2. de l'art. 14. Si l'on substitué de même à l'ordinaire  $\sqrt{x - 1}$  pour  $\sqrt{v v - 1}$ , l'on aura  $\sqrt{x - 1} = \frac{dx}{dz}$ , ou  $dz = \frac{dx}{\sqrt{x - 1}}$ , dont l'intégrale est  $z = 2\sqrt{x - 1}$ , ou  $z z = 4x - 4$ : c'est-à-dire (en prenant encore  $p = 1$ )  $z z = 4 p x - 4 p p$  (soit encore aussi  $n = x - p$ )  $= 4 p n$ , qui est un lieu à la parabole ordinaire. D'où l'on voit qu'un corps qui tomberoit le long de la convexité de cette Courbe, en commençant à son sommet avec une vîtesse égale à ce qu'il en acquiéroit en tombant du quart de la hauteur du parametre de cette Courbe, s'éloigneroit de son axe vertical également en tems égaux. Ce qui est justement ce que Galilée avoit supposé pour prouver que cette Courbe est celle que décroient les corps graves jettez horizontalement dans le vuide.

FIG. 7.

XX. Enfin il est à remarquer que cette dernière Parabole ne se trouve être la Courbe cherchée, qu'en ce que les tems pris par rapport aux distances du point  $T$  au corps qui la décrit, se trouvent ici comme les éloignemens de ce corps à l'axe de cette Courbe. C'est ce qui fait que lorsque dans l'éloignement infini de ce point,  $LT$  se trouve oblique à l'horizon, l'équation trouvée ci-dessus (n. 3. art. 14.) par rapport aux approches à même point, ne seroit point à la parabole, quoique réduite à l'hypothese de Galilée: il faudroit pour cela prendre les tems sur  $LT$  comme les éloignemens de son axe au corps qui la décrirait. Par exemple ici (outre  $ls$  perpendiculaire sur  $LT$ ,

D



D

fig. 2.

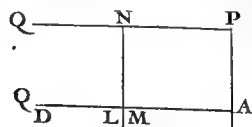
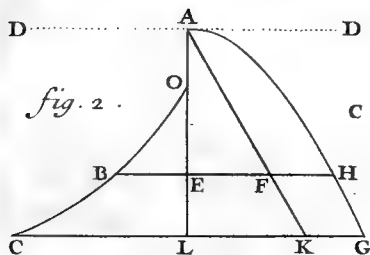
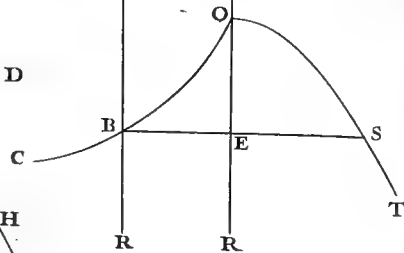


fig. 4.



A

K

B

F

D

H

N

E

A

H

R

B

G

Q

L

M

Q

L

R

O

fig. 6.

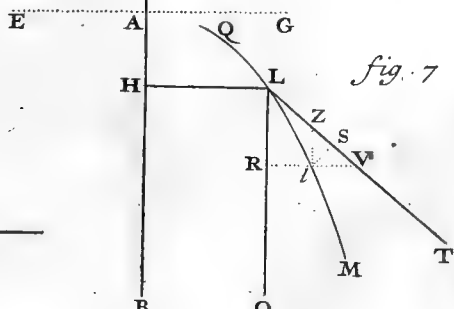
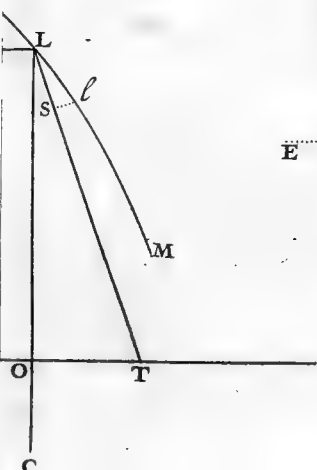
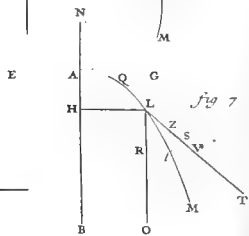
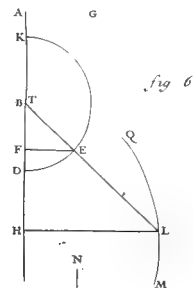
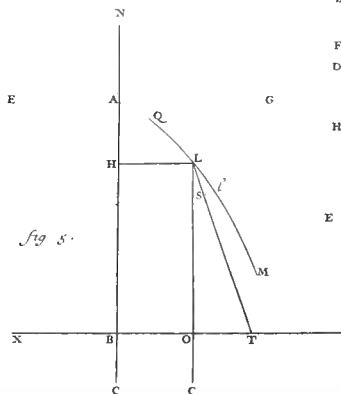
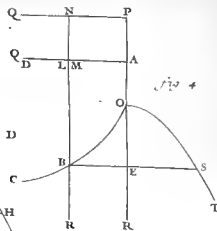
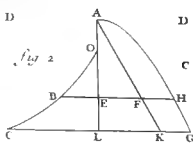
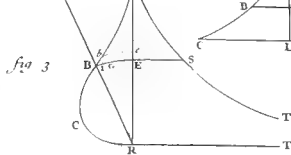
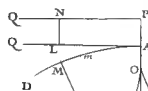
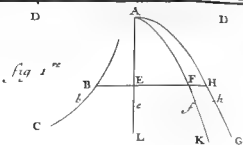


fig. 7.



soit de plus  $lZ$  parallèle à  $AB$ ) au lieu des instans  $dt = LS$ , comme on les a pris jusqu'ici, il faudroit prendre  $dt = LZ$ ; & alors la Courbe  $QLM$  seroit encore ici une vraie Parabole conique, ou du premier genre.

En effet (tout le reste demeurant comme cy-dessus, avec  $RV$ , parallèle à  $AG$ ) la raison constante de  $LR(dx)$  à  $RV$ , par exemple ::  $p. q.$  donneroit  $RV = \frac{q dx}{p}$ ; & par ainsi  $LV = \frac{dx}{p} \sqrt{pp + qq}$  (soit  $mn = pp + qq$ ) =  $\frac{n dx}{p}$ . Or  $RV$   $\left(\frac{y dx}{p}\right). Rl(dx) :: LV\left(\frac{n dx}{p}\right). LZ(dt) = \frac{n d\chi}{q}$ . De plus  $Ll = \sqrt{dx^2 + d\chi^2}$ . Donc, ayant en général la vitesse  $v = \frac{Ll}{dt}$ , l'on auroit aussi  $v = \frac{q \sqrt{dx^2 + d\chi^2}}{n d\chi}$ , pour toutes les hypotheses imaginables de vitesses: de sorte qu'en faisant  $v = \sqrt{x}$  suivant Galilée, l'on auroit enfin  $\sqrt{x} = \frac{q \sqrt{dx^2 + d\chi^2}}{n d\chi}$ : laquelle équation se réduit à  $d\chi = \frac{q dx}{\sqrt{nnx - qq}}$ , dont l'intégrale est  $z = \frac{2q}{nn} \sqrt{nnx - qq}$  (soit  $y = x - \frac{qq}{nn}$ ) =  $\frac{2q}{n} \sqrt{y}$ , ou  $\chi = \frac{4qqy}{nn} = \frac{4qqy}{pp + qq}$ , qui est encore un lieu à la parabole ordinaire. Ce qui s'accorde aussi avec la doctrine de Galilée touchant la Courbe que décriroient les corps graves jettez obliquement dans le vuide. D'où se déduit encore l'art. 19. pour le cas des projections horizontales, dans lequel  $q$  se trouveroit infinie.

## OBSERVATIONS

## DE L'ECLIPSE DE LUNE

arrivée le 15. Mars au soir 1699.

Par M. CASSINI.

**P**OUR observer l'Eclipse de Lune du 15 Mars de cette 18. Mars année 1699. on avoit préparé des instrumens sur la 1699.

terrasse de l'Observatoire , d'où l'on auroit pû voir le Soleil & la Lune à l'horizon ; mais cette préparation fut inutile , parce qu'il y eut des nuages à l'horizon qui empêcherent de voir le Soleil à son coucher & la Lune à son lever. Nous observâmes donc la Lune de la Tour orientale , d'où on la vît sortir des nuages , quand elle étoit déjà élevée sur l'horizon de plus d'un degré & demi. La sixième partie de sa circonference orientale étoit déjà obscurcie ; mais on avoit de la peine à distinguer le terme de l'ombre dans le disque de la Lune , parce que ce terme tomboit sur la grande tache qui sembloit en augmenter l'étendue.

Il passoit aussi devant la Lune des nuages sombres , qui la cachaient en partie , & empêchoient de voir les taches claires auxquelles on auroit voulu comparer l'ombre.

Comme il n'y avoit rien de plus remarquable que les pointes de l'Eclipse , on commença de les comparer entr'elles & avec le diamètre de la Lune qui tomboit sur la trace de son mouvement à l'occident ; ce que l'on fit , en faisant passer les bords de la Lune & les pointes de l'Eclipse par le fil vertical & par l'horizontal de la lunette placée sur le quart de cercle ; observant le tems de ce passage avec la pendule réglée auparavant , & dont on comptoit distinctement toutes les secondes.

Par cette maniere on détermina plusieurs phases le plutôt que l'on put , pour les comparer avec celles que l'on pourroit observer avant la fin de l'Eclipse , & chercher par-là le tems du milieu qui est entre le tems des phases égales à distance égale , & se détermine plus exactement par la comparaison de celles qui varient plus sensiblement en peu de tems , comme il arrive à celles qui sont proches du commencement & de la fin.

On fit donc un grand nombre de ces observations , qui demandent du tems pour être réduites & comparées ensemble. Cette méthode , qui est la plus prompte dans l'observation , & la plus longue dans son usage , parut la plus convenable pendant que la Lune étoit proche de l'horizon ; où elle est défigurée par les refractions , qui ne détournent point l'objet du vertical , & sont les mêmes dans



le même cercle horizontal , où toutes les parties de la Lune employent à passer le même tems , qu'elles employeroient s'il n'y avoit point de refraction : ce qui n'arrive pas dans le passage de la Lune par les fils obliques , où diverses parties étant à différentes hauteurs , souffrent des refractions différentes & diminuent les différences des hauteurs.

Nous ne manquâmes pourtant pas d'observer les différences des passages par le cercle horaire , avec une lunette placée sur la machine parallaxique & particulièrement dans les plus grandes hauteurs , où nous observâmes plusieurs fois , que la Lune passoit en 2'. 10". à une seconde près de ce que le Soleil employoit à y passer le même jour & le suivant ; ce qui ne donne pas néanmoins la même grandeur apparente , quand même le tems de ces passages du Soleil & de la Lune seroient parfaitement égaux : car le tems du passage de la Lune a plus petite proportion au tems de son retour au meridiem , qui étoit ce jour-là de 24<sup>h</sup>. 48'. que le passage du Soleil à son retour au meridiem , qui est de 24. heures.

Le tems de la révolution journaliere de la Lune de l'orient à l'occident étoit donc ce jour-là au tems de la revolution du Soleil comme 31. à 30. & les diametres apparens de l'un & de l'autre mesurés sur leurs paralleles en raison reciproque.

La Lune s'éclipsa jusqu'à 8 doigts & demi , ou un peu moins , comme il paroît plus précisément par les passages observés vers le tems du milieu , avant lequel on ne distinguoit pas trop bien les taches de la Lune. Voici ceux que nous observâmes plus distinctement avec une lunette de 17 pieds , les lunettes courtes ne distinguant pas assez bien les taches.

A 7<sup>h</sup>. 5'. on voyoit au bord de l'ombre en dehors les taches claires qui sont à l'embouchure de *Mare humorum* auprès de Cassendi , que l'on ne distinguoit pas bien. Fractions étoit éloigné de l'ombre de la distance de son diametre.

On a marqué les heures à l'horloge qui retardoit de 46". & qui sont ici corrigées.

- 6<sup>h</sup>. 54' 46" L'ombre à *Promontorium acutum*.  
 7. 9. 57. On voyoit le bord de Longrenus au bord de l'ombre.  
 7. 13. 46. Le bord Meridional de Grimaldus commençoit sortir de l'ombre.  
 7. 13. 46. Fracastorius étoit encore éloigné de l'ombre de son diametre.  
 7. 18. 20. La moitié de Grimaldus hors de l'ombre.  
 7. 18. 46. Le bord clair de Fracastorius touche l'ombre.  
 7. 23. 25. Petavius au bord de l'ombre; elle n'étoit pas si obscure qu'on n'y vît au dedans des taches éclipsées assez éloignées de son bord.  
 7. 28. 17. Fracastorius commence sortir de l'ombre.  
 7. 31. 46. Le bord du Tycho le plus proche du centre, étoit éloigné de l'ombre tout autant que du bord plus prochain de la Lune  
 7. 34. 46. Langrenus commence à paroître.  
 8. 36. 47. Galilée sort de l'ombre, & le Promontoire Meridional de l'Isle de Keppler.  
 7. 42. 48. Tout le bord Meridional de l'Isle de Keppler est hors de l'ombre.  
 7. 43. 48. Langrenus est encore au bord de l'ombre, & Keppler commence à paroître.  
 7. 44. 48. Keppler sort de l'ombre.  
 7. 49. 48. Reinoldus est sorti de l'ombre.  
 7. 50. 48. On voit clairement Aristarchus qui est encore tout entier dans l'ombre.  
 7. 51. 23. On voit aussi Copernic dans l'ombre éloigné du bord de tout son diametre.  
 7. 51. 46. Aristarchus commence sortir de l'ombre.  
 7. 53. 3. Il est tout sorti de l'ombre.  
 7. 53. 33. Fracastorius est encore au bord de l'ombre.  
 7. 55. 0. La tache claire proche d'Aristarchus sort de l'ombre.  
 7. 55. 0. Copernic se découvre.  
 7. 56. 8. Le centre de Copernic sort de l'ombre.  
 7. 56. 48. Copernic est presque tout découvert.

- 7.<sup>h</sup> 57'.13". Copernic est sorti entierement.
7. 57. 48. Fracastorius est encore au bord de l'ombre.
8. 3. 48. On voit au bord de l'ombre une petite tache  
claire plus australe que Manilius qui est  
encore fort enfoncé dans l'ombre.
8. 9. 18. Heraclide sort de l'ombre.
8. 9. 18. Snellius sort de l'ombre,
8. 14. 18. Helicon sort de l'ombre.
8. 14. 58. Lemilieu d'Helicon au bord de l'ombre.
8. 15. 8. Manilius commence à sortir de l'ombre.
8. 17. 5. Le milieu de Manilius au bord de l'ombre.  
Dionysius est éloigné de l'ombre du dia-  
mètre de Manilius.
8. 20. 33. Menelaus commence à sortir de l'ombre.
8. 21. 18. Menelaus est sorti entierement.
8. 21. 45. Plato commence à sortir de l'ombre.
8. 22. 48. Plato est sorti entierement.
8. 23. 8. *Promontorium acutum* sort de l'ombre.
8. 24. 18. Pline sort de l'ombre.
8. 24. 28. Pline est sorti entierement.
8. 25. 40. Le milieu de Langrenus au bord de l'ombre.
8. 35. 33. *Promontorium somnii* sort de l'ombre.
8. 36. 22. L'ombre au bord occidental de *Mare Crisium*.
8. 37. 8. On ne voit plus le bord de *Mare Crisium*.
8. 40. 18. L'ombre est éloignée du bord de la Lune qui  
paroît dans l'ombre de la longueur du  
plus long diamètre de *Mare Crisium*.
8. 42. 22. Elle étoit éloignée du bord de la Lune de  
la longueur du petit diamètre de *Mare*  
*Crisium*.
8. 43. 38. Elle en est éloignée de la longueur du plus long  
demi-diamètre de *Mare Crisium*.
8. 44. 38. *Mare Crisium* est entierement hors de l'ombre.
8. 45. 8. L'ombre est éloignée du bord de la Lune du  
petit demi-diamètre de *Mare Crisium*.
8. 47. 46. On voit le bord de la Lune assez clair, & l'on  
commence à douter de la fin de l'Eclipse.
8. 48. 56. Il ne reste dans la Lune que de la pénombre.

Si l'on compare ensemble les phases précédentes quand l'ombre étoit éloignée du bord de la Lune de la longueur du plus petit diamètre de *Mare Crisium* ; & ensuite de la longueur du plus petit demi-diamètre , on trouve qu'elle s'approchoit du bord sur la fin de la longueur du plus petit demi-diamètre de *Mare Crisium* en 2'. 46". Ce qui étant ajoûté au tems de la penultième phase 8. 45. 8. quand elle étoit éloignée du bord de la longueur du petit demi-diamètre , on aura la fin de l'Eclipsé à 8. 47. 54.

Cette maniere de déterminer la fin de l'Eclipsé par l'observation du progrès de l'ombre quand elle est encore un peu éloignée du bord , où l'on en voit distinctement le terme , est plus certaine & plus évidente que la détermination immédiate de la fin , qui est toujours ambiguë , quand il n'y reste plus d'intervalle à comparer.

L'Eclipsé finit proche de la tache de Messala.

## OBSERVATIONS

## DE L'ECLIPSE DE LUNE

arrivée le 15. Mars au soir 1699.

Par M. DE LA HIRE , à l'Observatoire.

18. Mars  
1699.

**J**E n'ai pas pû voir le commencement de cette Eclipsé qui est arrivé lorsque la Lune étoit encore vers l'horizon , à cause des broüillards & des nuées qui couvroient cette partie du Ciel. Mais le Ciel s'étant un peu éclairci , j'ai fait quelques Observations des phases de l'Eclipsé avec autant d'exactitude qu'il m'a été possible , à cause que l'ombre de la Terre n'a point paru terminée autant qu'elle a accoutumé , si ce n'est vers les six heures & demie : mais dans tout le reste de l'Eclipsé où le Ciel a été très-beau & très-favorable , les Observations ont été faites avec beaucoup de justesse.

Premierement voici le passage de l'ombre de la Terre par plusieurs taches.

Au commencement de la Mer de Serenité à	6 <sup>h</sup> . 21'. 45".
L'ombre vers Grimaldi à	6. 27. 45.
Commencement de la Mer des Crifes	6. 44. 15.
Le milieu de la même Mer	6. 50. 45.
Le Promontoire aigu	7. 53. 30.
Immersion totale de la Mer des Crifes	6. 55. 15.
Commencement de Langrenus	7. 9. 30.
Fin de Langrenus	7. 13. 45.
Commencement de l'Emerfion de Grimaldi	7. 16. 0.
Le milieu de Grimaldi	7. 18. 15.
Emerfion totale de Grimaldi	7. 22. 0.
Commencement de l'Emerfion de Fracastor	7. 47. 45.
Aristarchus	7. 52. 45.
Milieu de Copernic & commencement de la	
Mer de Nectar	7. 57. 35.
Le milieu du Sinus moyen & le milieu de la	
Mer de Nectar	8. 3. 0.
Harpalus	8. 12. 45.
Helicon	8. 15. 30.
Menelaus	8. 17. 45.
Le Promontoire aigu , Emerfion	8. 21. 30.
Le milieu de Platon	8. 22. 15.
Pline	8. 26. 0.
Commencement de Poffidonius & le Pro-	
montoire du Songe.	8. 33. 45.
Fin de Poffidonius	8. 35. 15.
Commencement de l'Emerfion de la Mer des	
Crifes	8. 36. 45.
Fin de la même	8. 45. 35.
Fin totale de l'Eclipe	8. 49. 0.

L'Observation de cette fin est un peu douteuse à cause que l'ombre n'étoit pas bien terminée.

Voici maintenant plusieurs Observations de la distance entre les cornes de la Lune & de la flèche de la partie illuminée de son disque , ce qui a été fait avec un très-grand soin & avec un bon micrometre , d'où j'ai tiré la quantité des doigts éclipsés & de leurs parties.

## Distance entre les Cornes.

12. 45". à _____	6 <sup>h</sup> . 3'. 45".
12. 0. à _____	6. 6. 45.
19. 0. à _____	6. 13. 45.
25. 30. à _____	6. 24. 15.

Fleche illuminée du disque de la Lune avec ses doigts éclipsés.

<i>Fleche.</i>	<i>Doigts.</i>		
21. 1".	3. 56.	à _____	6. 25. 45.
14. 51.	6. 20.	à _____	6. 42. 45.
12. 45.	7. 4.	à _____	6. 55. 30.
12. 7.	7. 18.	à _____	7. 1. 45.
11. 27.	7. 34.	à _____	7. 4. 30.
10. 32.	7. 55.	à _____	7. 13. 45.
10. 13.	8. 3.	à _____	7. 19. 45.
9. 35.	8. 17.	à _____	7. 24. 45.

Tycho a paru dans la fleche & la distance de son milieu jusqu'au bord de la Lune étoit de

4. 17.	à	7. 29. 45.
10. 13.	8. 3. à	7. 33. 45.
10. 51.	7. 48. à	7. 36. 15.
11. 29.	7. 33. à	7. 41. 5.
12. 7.	7. 18. à	7. 50. 45.
14. 1.	6. 29. à	7. 59. 30.
14. 39.	6. 19. à	8. 0. 45.
16. 33.	5. 39. à	8. 8. 45.
19. 7.	4. 40. à	8. 17. 15.
21. 39.	3. 49. à	8. 25. 0.
22. 58.	3. 10. à	8. 28. 15.
25. 30.	2. 12. à	8. 35. 15.
27. 24.	1. 27. à	8. 40. 0.
28. 2.	1. 14. à	8. 42. 30.
29. 18.	0. 43. à	8. 45. 0.

Diametre de la C après l'Eclipse 31'. 24". à la hauteur de 28°. 30'.

On peut conclure facilement & avec beaucoup de justesse le milieu de l'Eclipse par le moyen des observations précédentes de la fleche illuminée ou de la quantité des

doigts éclipsés, & de leurs parties, en comparant ensemble deux observations éloignées du tems du milieu de l'Eclipse, comme

La fleche illuminée dans le commencement de l'éclipse, étoit de 21'. 1". à 6<sup>h</sup>. 25'. 45".

& à la fin elle étoit aussi la même conclue à 8. 23. 56.

---

difference 1. 58. 11.

moitié 0. 59. 5.

Donc milieu de l'éclipse à 7. 24. 50.

La fleche illuminée au commencem. de 14'. 51". à 6. 43. 43.

à la fin la même correspondante à 8. 2. 9.

---

difference 1. 19. 26.

moitié 38. 43.

---

Donc milieu de l'éclipse à 7. 22. 26.

---

La fleche illuminée au commencem. de 12'. 45". à 6. 55. 30.

à la fin la correspondante conclue à 7. 50. 33.

---

difference 55. 23.

moitié 27. 41 $\frac{1}{2}$

---

Milieu de l'éclipse à 7. 23. 11 $\frac{1}{2}$

---

La fleche illuminée au commencem. de 11'. 27". à 7. 4. 30.

à la fin la correspondante 7. 40. 35.

---

difference 36. 5.

moitié 18. 2 $\frac{1}{2}$

---

Milieu de l'éclipse 7. 22. 32 $\frac{1}{2}$

Et si l'on prend un moyen entre ces quatre conclusions, on trouvera le véritable milieu de l'éclipse à 7. 23. 4.

Ce qui ne s'écarte que de 5". du tems du milieu de l'éclipse, comme je l'avois trouvé par mes tables, qui étoit de 7. 22. 59. La fin est aussi conforme à mon calcul à

16". près qui étoit à S. 48. 44. Pour la quantité de l'éclipse, l'observation ne l'a donnée que d'une minute de doigt moindre que le calcul que j'ai donné à l'Académie quelque tems avant l'Observation.

Mon Fils a aussi observé en particulier le passage de l'ombre par plusieurs taches, & la plupart se trouvent assez d'accord à ceux que j'ai observés.

## R E F L E X I O N S

### SUR LA LUMIERE ET LES COULEURS, ET LA GENERATION DU FEU.

*Par le Pere MALLEBRANCE.*

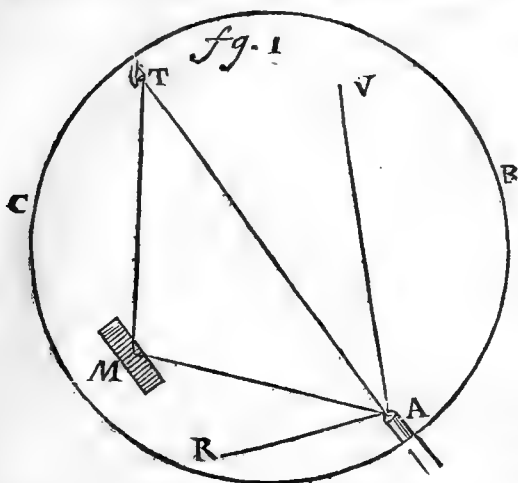
4. Avril  
1699.

**P**OUR expliquer le sentiment que j'ai sur les causes naturelles de la Lumiere & des Couleurs, concevons un grand ballon comprimé au dehors par une force comme infinie, & rempli d'une matiere fluide, dont le mouvement soit si rapide, que non seulement elle tourne toute avec beaucoup de vitesse, autour d'un centre commun; mais encore que chaque partie pour remplir tout son mouvement, c'est-à-dire pour se mouvoir autant qu'elle a de force, soit encore obligée, ou de tourner sur le centre d'une infinité de petits tourbillons, ou bien de couler entre eux, & tout cela avec une rapidité extraordinaire. Concevons en un mot la matiere contenuë dans ce ballon, telle à peu près que M. Descartes a décrit celle de nôtre tourbillon; excepté que les petites boules de son second élément, qu'il suppose dures, ne soient elles-même que de petits tourbillons, ou du moins qu'elles n'ayent de durété que par la compression de la matiere qui les environne. Car si ces petites boules étoient dures par elles-mêmes, ce que je croi avoir \* suffisamment prouvé n'être pas vrai, elles ne pourroient pas, comme on le verra dans la suite, transmettre la lumiere & les différentes couleurs par le même point où les rayons se croisent. Mais si cette supposition fait quelque peine, il suffit maintenant de concevoir un ballon plein d'eau, ou plutôt d'une matiere infini-

\* Ch. dernier  
de la Recherche  
de la Vérité.



ment fluide, & au dehors extrêmement comprimé. Le cercle  $ABC$  est la section par le centre de ce ballon.



Cela supposé, si l'on fait dans ce ballon un petit trou comme en  $A$ . Je dis que toutes les parties de l'eau, comme celles, par exemple, qui sont en  $R, S, T, V$ , tendront vers le point  $A$  par des lignes

droites  $RA, SA, TA, VA$ . Car toutes ces parties qui étoient également pressées, cessant de l'être du côté qui répond au trou  $A$ , elles doivent tendre vers là; puisque tout corps pressé doit tendre à se mouvoir par le côté où il trouve moins de résistance.

Mais si l'on met un piston à l'ouverture  $A$ , & qu'on le pousse promptement en dedans, les mêmes parties  $RSTV$ , &c. tendront toutes à s'éloigner du trou par les mêmes lignes droites  $AR, AS$ , &c. parce que lorsque le piston avance, elles sont plus pressées par le côté qui lui répond directement que par tout autre.

Enfin si l'on conçoit que le piston avance & recule fort promptement, toutes les parties de la Matière fluide qui remplit exactement le ballon, dont je suppose que le ressort soit fort grand, ou qu'il ne prête ou ne s'étende que très-difficilement, recevront une infinité de secousses que j'appelle, *Vibrations de pression*.

Puisque tout est plein, nos yeux quoique fermez ou dans les tenebres sont actuellement comprimez. Mais cette compression du nerf optique n'excite point de sensation

de couleurs , parce que ce nerf est toujours également comprimé : par la même raison que nous ne sentons point le poids de l'air qui nous environne, quoique autant pesant que 28. pouces de vis-argent. Mais si l'on conçoit un œil en *T* ou par tout ailleurs, tourné vers un flambeau *A* ; les parties de la flamme étant dans un mouvement continuë, presseront sans cesse plus fortement que dans les tenebres, & par des secousses ou vibrations très-promptes, la matiere subtile de tous côtez, & par conséquent à cause du plein jusqu'au fond de l'œil ; & le nerf optique plus comprimé qu'à l'ordinaire, & secoué par ces vibrations, excitera dans l'ame une sensation de lumiere & de blancheur vive & éclatante.

Si l'on suppose en *S*, un corps noir *M* ; la matiere subtile n'en étant point réfléchie vers l'œil tourné de ce côté-là, & n'ébranlant point le nerf optique, l'on verra du noir, comme lorsqu'on regarde vers le soupirail d'une cave, ou dans le trou de la prunelle d'un œil.

Si le corps *M* est tel que la matiere subtile qu'ébranle le flambeau, soit réfléchie de ce corps vers l'œil, sans que la promptitude des vibrations diminuë, ce corps paroîtra blanc, & d'autant plus blanc, qu'il y aura plus de rayons réfléchis. Il paroîtra même lumineux comme la flamme, si le corps *M* étant poli, les rayons se réfléchissent tous, ou une grande partie dans le même ordre, parce que l'éclat vient de la force des vibrations, & la couleur de leur promptitude.

Mais si le corps *M* est tel, que la matiere subtile réfléchie ait ses vibrations moins promptes dans certains degrez, que je ne crois pas qu'on puisse déterminer exactement ; on aura quelqu'une des couleurs qu'on appelle *primitives*, le jaune, le rouge, le bleu, si toutes les parties du corps *M* diminuent également les vibrations que cause la flamme dans la matiere subtile. Et l'on verra toutes les autres couleurs qui se font par le mélange des primitives, selon que les parties du corps *M* diminueront inégalement la promptitude des vibrations de la lumiere. Voilà ce que j'ai voulu dire, lorsque j'ai avancé dans quelques-uns de mes

livres

livres, que la lumière & les couleurs ne consistoient que dans *diverses secousses* \* ou *vibrations* de la matière étherée, ou que dans \* *des vibrations de pression plus ou moins promptes*, que la matière subtile produisoit sur la rétine.

\* Recherche  
de la Vérité,  
tom. 2. pag. 364.  
\* Entretiens  
sur la Métaph.  
12. Entr. n. 1.

Cette simple exposition de mon sentiment, le fera peut-être paroître assez vraisemblable; du moins à ceux qui savent la Philosophie de M. Descartes, & qui ne sont pas contents de l'explication que ce sçavant homme donne des couleurs. Mais afin que l'on puisse juger plus solidement de mon opinion, il ne suffit pas de l'avoir exposée, il faut en donner quelque preuve.

Pour cela il faut remarquer d'abord.

1°. Que le son ne se fait entendre que par le moyen des vibrations de l'air qui ébranlent le nerf de l'oreille : car lorsqu'on a tiré autant qu'on l'a pû, l'air de la machine pneumatique, le son ne s'y transmet plus, lorsqu'il est médiocre, ou d'autant moins que l'air y est raréfié.

2°. Que la différence des tons ne vient point de la force des vibrations de l'air, mais de leur promptitude plus ou moins grande, comme tout le monde le sçait.

3°. Que quoique les impressions, que les objets font sur les organes de nos sens, ne diffèrent quelquefois que du plus ou du moins, les sentimens que l'ame en reçoit diffèrent essentiellement. Il n'y a point de sensations plus opposées que le plaisir & la douleur; cependant tel qui se gratte avec plaisir, sent de la douleur s'il se gratte un peu plus fort, parce que le plus ou le moins de mouvement dans nos fibres diffère essentiellement par rapport au bien du corps, & que nos sens ne nous instruisent que de ce rapport. Il y a bien de l'apparence, que le doux & l'amer, qui causent des sensations si opposées, ne diffèrent souvent que du plus ou du moins; car il y a des gens qui trouvent amer ce que les autres trouvent doux. Il y a des fruits qui aujourd'hui sont doux, & demain seront amers. Peu de différence dans les corps les rend donc capables de causer des sensations fort opposées. En un mot, c'est que les loix de l'union de l'ame & du corps sont arbitrai-

res, & qu'il n'y a rien dans les objets qui soit semblable aux sensations que nous en avons.

Il est certain que les couleurs dépendent naturellement de l'ébranlement de l'organe de la vision. Or cet ébranlement ne peut être que fort & foible, ou que prompt & lent. Mais l'expérience apprend, que le plus & le moins de la force ou de la foiblesse de l'ébranlement du nerf optique ne change point l'espece de la couleur; puisque le plus & le moins du jour, dont dépend le plus & le moins de cette force, ne fait point voir ordinairement les couleurs d'une espece differente & toute opposée. Il est donc nécessaire de conclure, que c'est le plus & le moins de promptitude dans les vibrations du nerf optique, ou dans les secousses des esprits qui y sont contenus, laquelle change les especes de couleurs; & par conséquent que la cause de ces sensations vient primitivement des *vibrations plus ou moins promptes de la matiere subtile* qui compriment la retine.

Ainsi il en est de la lumiere & des diverses couleurs comme du son & des differens tons. La *grandeur* du son vient du plus & du moins de *force* des vibrations de l'air grossier, & la *diversité des tons* du plus & du moins de *promptitude* de ces mêmes vibrations, comme tout le monde en convient. La *force* ou l'éclat des couleurs vient donc aussi du plus & du moins de *force* des vibrations, non de l'air, mais de la matiere subtile, & les *differentes especes de couleurs* du plus & du moins de *promptitude* de ces mêmes vibrations.

Lorsqu'on a regardé le Soleil, & que le nerf optique a été fort ébranlé par l'éclat de sa lumiere, à cause que les fibres de ce nerf sont scituées au foyer des humeurs transparentes de l'œil: alors si l'on ferme les yeux, où si l'on entre dans un lieu obscur, l'ébranlement du nerf optique ne changera que du plus au moins. Cependant on verra différentes couleurs, du blanc d'abord, du jaune, du rouge, du bleu, & quelques-unes de celles qui se font par le mélange des primitives, & enfin du noir. D'où l'on peut

conclure que les vibrations de la retine très-promptes d'abord, deviennent peu à peu plus lentes. Car encore une fois ce n'est point la grandeur ou la force de ces vibrations, mais leur *promptitude*, qui change l'*espece* des couleurs, puisqu'il faut que le rouge, par exemple, paroît rouge à une foible promptitude, qu'à une grande lumière. On pourroit donc peut-être juger par la suite de ces couleurs, si elle étoit bien constante, que les vibrations du jaune sont plus promptes que celles du rouge, & celles du rouge que du bleu, & ainsi des autres couleurs qui se succèdent. Mais il me paroît impossible de découvrir précisément par ce moyen ni même par aucun autre, les rapports exacts de promptitude de ces vibrations, comme on les a découverts dans les consonances de la Musique. On ne peut sur cela que deviner & aller au vraisemblable.

Comme l'air n'est comprimé que par le poids de l'atmosphère, il faut un peu de temps, afin que chaque partie d'air remuë sa voisine. Ainsi le son se transmet assez lentement. Il ne fait qu'environ 180. toises dans le temps d'une seconde. Mais il n'en est pas de même de la lumière, parce que toutes les parties de la lumière étherée se touchent, qu'elles sont très-fluides, & sur tout parce qu'elles sont comprimées par le poids, pour ainsi dire, de tous les tourbillons. De sorte que les vibrations de pression, ou l'action du corps lumineux, se doit communiquer de fort loin en très-peu de temps. Et si la compression des parties qui composent notre tourbillon étoit infinie, il faudroit que les vibrations de pression se fissent en un instant.

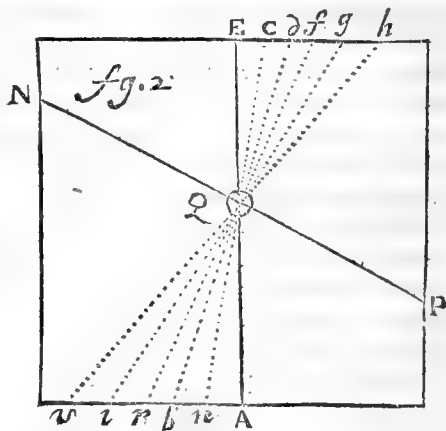
M. Hugens, dans son *Traité de la Lumière*, conclut *Page 9.* par les éclipses des Satellites de Jupiter, que la lumière se transmet environ six cent mille fois plus vite que le son. Aussi le poids ou la compression de toute la matière céleste est sans comparaison plus grande que celle que produit sur la terre le poids de l'atmosphère. Je crois avoir bien prouvé ailleurs, que la dureté des corps ne peut venir que de la compression de la matière subtile. Et si cela est, il faut qu'elle soit extrêmement grande, puisqu'il y a des

\* Recherche  
de la Vérité  
Ch. dernier.

corps si durs, qu'il faut employer une très-grande force pour en séparer les moindres parties. Il me paroît que le rapport du poids de l'éther à celui de l'atmosphère est beaucoup plus grand que de six cent mille à un, & qu'on peut même le regarder comme infini.

Supposons donc maintenant, que toutes les parties de l'éther ou de la matiere subtile & invisible de nôtre tourbillon soient comprimées avec une force comme infinie par ceux qui l'environnent, & que chacune de ses parties soit très-fluide, & n'ait de dureté que par le mouvement de celles qui l'environnent & qui la compriment de tous côtez. Et voyons comment dans le systême que je propose, il est possible que les impressions d'une infinité de rayons ou de couleurs différentes se communiquent sans se confondre. Voyons comment dix mille rayons, qui se croisent en un point physique ou sensible, transmettent par ce même point toutes leurs différentes vibrations, puisque je viens de prouver que la différence des couleurs ne peut venir que du plus ou du moins de promptitude de ces mêmes vibrations. Aparemment le systême du Monde qui peut éclaircir cette grande difficulté, sera conforme à la vérité.

Soit *APEN* la section d'une chambre peinte d'une infinité de couleurs, & que même elles, soient les plus tranchantes qui se puissent; c'est-à-dire, qu'il y ait en *A*, du blanc proche du noir *n*; du bleu *b*, proche du rouge *r*; du jaune *i*, proche du violet *v*. Si de tous ces points *A, n,*  
*b, r, i, v*, on tire des lignes droites qui se coupent en un point



comme en  $Q$ , & qu'on place l'œil au delà comme en  $E$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $f$ ,  $g$ ,  $h$ , on verra toutes ces couleurs différentes par l'entremise du point d'intersection  $Q$  : & comme cette figure ne représente qu'un rang de couleurs, au lieu qu'on en doit imaginer autant qu'il y a de parties que l'œil peut distinguer dans une sphere, le point d'intersection  $Q$ , doit recevoir & transmettre un très-grand nombre d'impressions différentes, sans qu'elles se détruisent les unes les autres.

Si le point physique ou la petite boule  $Q$ , étoit un corps dur, comme le suppose M. Descartes, il seroit impossible que l'œil en  $E$ , vît du blanc en  $A$  ; & qu'un autre œil en  $c$  vît du noir en  $n$ . Car lorsqu'un corps est parfaitement dur, si quelque partie de ce corps avance quelque peu, ou tend directement vers le nerf optique de  $A$ , par exemple vers  $E$ , il est nécessaire que toutes les autres parties y tendent aussi. Donc on ne pourra pas seulement voir du noir & du blanc dans le même temps par des rayons qui se croisent en  $Q$ .

M. Descartes prétend encore, que le rouge se fait par le tournoïement des petites boules, qui se communiquent de l'une à l'autre dans tout le rayon depuis l'objet jusqu'à l'œil. Cette opinion est insoutenable pour bien des raisons. Mais il suffit pour la détruire de considérer que si la petite boule  $Q$  tourne sur l'axe  $PN$  de  $r$  où il y a du rouge, en  $f$  où est l'œil, elle ne pourra pas tourner en même temps sur l'axe  $rf$ , de  $N$  où je suppose encore du rouge, en  $P$  où je suppose un autre œil.

Au reste quand je dis que les rayons se coupent dans la petite boule ou dans le petit tourbillon,  $Q$ , je ne prétends pas que ces petits tourbillons soient exactement spheriques, ni que les rayons visibles n'ayent d'épaisseur que celle d'une petite boule du second élément ou d'un petit tourbillon. Je ne détermine point quelle doit être la grosseur de ces rayons, afin qu'ils puissent suffisamment ébranler le nerf optique pour faire voir les couleurs. Mais ce que j'ai dit d'une seule boule, il faut l'entendre de mille ou d'un million, si un rayon pour être sensible doit être aussi étendu

que mille ou qu'un million de boules.

Il n'est donc pas possible que la petite boule *Q*, ou ses semblables, puissent transmettre l'action de la lumière propre à faire voir toutes sortes de couleurs, supposé que ces boules soient dures. Mais si on les conçoit infiniment fluides ou molles, ainsi que l'idée simple de la matiere représente tous les corps, puisque le repos n'a point de force, qu'il est indifférent à chaque partie d'un corps d'être ou de n'être pas auprès de sa voisine, & qu'elle doit s'en séparer aisément, si quelque force, c'est-à-dire, quelque mouvement ne la retient; car on ne conçoit point dans les corps d'autre force que leur mouvement: si, dis-je, l'on conçoit ces boules ou très-molles, ou plutôt, ce que je croi véritable, comme de petits tourbillons composez d'une matiere comme infiniment fluide ou extrêmement agitée, elles seront susceptibles d'une infinité d'impressions différentes, qu'elles pourront communiquer aux autres sur lesquelles elles appuient, & avec lesquelles elles sont comme infiniment comprimées. C'est ce qu'il faut tâcher d'expliquer & de prouver.

Pour cela il est nécessaire de bien comprendre, que la réaction, qui comme l'action se communique d'abord en ligne droite, est ici nécessairement égale à l'action: par cette raison essentielle à l'effet dont il est question, que nôtre tourbillon est comme infiniment comprimé, & que par conséquent il ne peut y avoir de vuide. Si, par exemple, on pousse sa canne contre un mur inébranlable, la main & la canne seront repoussées avec la même force qu'elles auront été poussées. La réaction sera égale à l'action. Or quoique les rayons ne soient pas durs comme des bâtons, il arrive la même chose à l'égard de la réaction, à cause de la compression & de la plénitude de nôtre tourbillon.

Car si on suppose un tonneau plein d'eau, ou le ballon de la premiere figure plein d'air, & qu'y ayant adapté un tuyau, l'on pousse dans ce tuyau un piston; ce piston sera autant repoussé qu'il sera poussé. Et si l'on fait de plus au milieu de ce piston un petit trou par où l'eau puisse glis-



fer & sortir du tonneau , & que l'on pousse ce piston , toute l'eau qui en sera comprimée , tendra en même temps , à cause de sa fluidité , & à s'éloigner de chaque point de ce piston par l'action ; & par la réaction elle s'approchera du trou qui est au milieu. Car si l'on pouffoit le piston avec assez de violence & de promptitude , le tonneau creveroit dans l'endroit le plus foible de quel côté qu'il fût , marque certaine , que par l'action du piston l'eau presseroit le tonneau par tout : & pour peu que l'on poussât le piston , l'eau réjailliroit aussi-tôt par le petit trou en conséquence de la réaction. Tout cela , parce que la réaction est égale à l'action dans le plein , & que l'eau ou la matiere subtile est assez molle ou assez fluide , afin que chaque partie se figure de maniere qu'elle satisfasse à toutes sortes d'impressions.

Il faut remarquer que plus on pousse fortement le piston troué dans le tonneau , plus aussi l'eau , quoique poussée vers la surface concave du tonneau , est repoussée fortement vers le piston & réjaillit par son ouverture avec plus de force. D'où il est facile de juger , qu'un point noir sur du papier blanc , doit être plus visible que sur du papier bleu : parce que le blanc repoussant la lumiere plus fortement que toute autre couleur , non seulement il ébranle beaucoup le nerf optique , mais il est cause que la matiere subtile tend par la réaction vers le point noir avec plus de force. Mais si la matiere étherée n'étoit pas infiniment molle ou fluide , il est clair que les petites boules qui transmettent l'impression du blanc , étant dures , elles empêcheroient celle du noir ; parce que ces boules se soutenant les unes les autres , elles ne pourroient pas tendre vers le point noir : & si cette matiere étherée n'étoit pas comprimée , il n'y auroit point de réaction.

Ce que je viens de dire du blanc & du noir , se doit appliquer aux autres couleurs. Mais il seroit fort difficile de le faire dans le détail , & de répondre aux difficultez que bien des gens pourroient former sur ce sujet ; car on peut aisément faire des objections sur des matieres obscures.

Mais tous ceux qui sont capables de faire des objections, ne sont pas toujours en état de comprendre tous les principes dont dépend la résolution de leurs objections. Il n'est pas impossible de concevoir, comment un point sensible de matiere infiniment fluide & comprimée de tous côtez, reçoit en même temps un nombre comme infini d'impresions différentes, lorsqu'on prend garde à ces deux choses : 1<sup>o</sup>, que la matiere est divisible à l'infini, & que la plus petite sphere peut correspondre à toutes les parties d'une grande; 2<sup>o</sup>, que chaque partie tend & avance du côté qu'elle est moins pressée; & qu'ainsi tout corps mol & inégalement comprimé, reçoit tous les traits du moule pour ainsi dire qui l'environne; & les reçoit d'autant plus promptement, qu'il est plus fluide & plus comprimé. Je laisse donc le détail des conséquences qui suivent des principes que je viens d'expliquer, par lesquelles conséquences on peut, ce me semble, ou lever, ou du moins diminuer cette difficulté étonnante, que les rayons des couleurs devroient confondre leurs vibrations en se croisant. Et cette difficulté me paroît telle, qu'il n'y a que le vrai système de la nature de la matiere subtile qui la puisse entierement éclaircir. Quoiqu'il en soit, je crois avoir clairement prouvé que les *diverses couleurs* ne consistent que dans la différente *promptitude* des vibrations de pression de la matiere subtile; comme les *différens tons* de la musique ne viennent que de la *diverse promptitude* des vibrations de l'air grossier, ainsi que l'apprend l'expérience, lesquelles vibrations se croisent aussi sans se détruire. Et je ne pense pas qu'on puisse rendre la raison physique de la maniere dont toutes ces vibrations se communiquent, si l'on ne suit les principes que je viens de marquer.

Au reste il ne faut pas s'imaginer, que ce que j'ai dit des petites boules du second élément. que loin de croire dures, je regarde plutôt comme de petits tourbillons d'une matiere fluide, doive renverser la physique de M. Descartes. Au contraire mon sentiment, s'il est vrai, perfectionne ce qu'il y a de generale dans son système. Car  
si

si mon opinion peut servir à expliquer la lumière & les couleurs, il me paroît aussi très propre à résoudre conformément aux principes de ce Philosophe, d'autres questions assez générales de la Physique, comme par exemple, à expliquer la génération & les effets surprenans du feu, ainsi que je vais tâcher de le faire voir.

#### DE LA GENERATION DU FEU.

**C**OMME les corps ne peuvent naturellement acquérir de mouvement, s'il ne leur est communiqué par quelques autres, il est clair que le feu ne peut s'allumer que par la communication du mouvement de la matière subtile aux corps grossiers. M. Descartes, comme l'on sçait, prétend qu'il n'y a que le premier élément qui communique son mouvement au troisième, dont les corps grossiers sont composez, & qui en les agitant les met en feu. Selon lui, lorsqu'on bat le fusil, on détache avec force une petite partie du caillou. (Je croirois que c'est plutôt la partie arrachée de l'acier qui s'allume; car lorsqu'on regarde avec le microscope les étincelles de feu qu'on a ramassées, l'on voit que c'est l'acier qui a été fondu & réduit ou en boules, ou en petits serpenteaux; & je n'ai point remarqué qu'il y eût de changement dans les petits éclats détachés du caillou, mais cela ne fait rien au fond.) Cette petite partie détachée du fer piroüettant donc avec force, chasse les petites boules du second élément, & fait refluer sur elle le premier, qui l'environnant de tous côtez, lui communique une partie de son mouvement rapide qui la fait paroître en feu. Voilà à peu près le sentiment de M. Descartes sur la génération du feu. On le peut voir expliqué plus au long dans la quatrième partie de ses Principes, nombre 80. & dans les suivans. Mais si les petites boules sont dures, & se touchent toutes, comme il le suppose pour expliquer les couleurs; on a de la peine à comprendre, comment le premier élément pourroit refluer vers la partie détachée du fer: & cela avec assez d'abondance pour l'environner & la mettre en feu;

non seulement elle, mais toute la poudre d'un canon ou d'une mine, dont les effets sont violens. Car le premier élément qui peut réfluër, ne peut être au plus qu'une portion très-petite de la matiere subtile, qui remplit les petits espaces triangulaires & concaves, que les boules laissent entr'elles.

Voici donc comme j'explique la génération du feu & ses effets violens, dans la supposition que les petites boules du second élément ne sont en effet que des petits tourbillons d'une matiere fluide & très-agitée.

Mais il faut remarquer d'abord, que bien que l'air ne soit point nécessaire pour exciter quelque petite étincelle de feu, cependant faute d'air le feu s'éteint aussi-tôt, & ne peut se communiquer même à la poudre à canon, quoique fort facile à s'enflammer. Lorsqu'on débande un pistolet bien amorcé dans la machine du vuide, l'expérience apprend, que faute d'air l'amorce ne prend point feu, & qu'il est même très-difficile d'en remarquer quelque étincelle. Enfin tout le monde sçait que le feu s'éteint faute d'air, & qu'on l'allume en soufflant. Cela supposé, voici comme j'explique la génération du feu, & son effet prompt dans les mines.

Si l'on bat le fusil dans le vuide, l'on arrache par la force du coup une petite partie de fer ou de l'acier. Cette petite partie piroüettant, & frappant promptement sur quelques petits tourbillons du second élément, les rompt, & détermine par conséquent leurs parties à l'environner & ensuite à l'agiter & la mettre en feu. Mais la matiere de ces tourbillons qu'on ne sçauroit imaginer trop agitée, après avoir eu en un instant quantité de mouvemens irréguliers, se remet promptement en partie en de nouveaux tourbillons, & en partie s'échape dans les intervalles des tourbillons environnans, lesquels intervalles deviennent plus grands, lorsque ces tourbillons s'approchent de la partie détachée du fer : & ces derniers tourbillons ne sont pas rompus, à cause que la partie du fer arrondie, ou à peu près cylindrique, tournant sur son centre ou sur sa lon-

gueur, ne choque plus les tourbillons environnez d'une maniere propre à les rompre. Tout cela se fait comme en un instant, lorsque le fer & le caillou se choquent dans un endroit vuide d'air, & l'étincelle alors n'est presque pas visible & ne dure pas.

Mais lorsqu'on bat le fusil en plein air, la partie arrachée du fer, en piroüettant fortement, rencontre & ébranle non seulement quelques petits tourbillons, mais beaucoup de parties d'air, qui étoient branchuës, rencontrent & rompent par conséquent par leur mouvement beaucoup plus de tourbillons que la petite partie seule du fer. De sorte que la matiere subtile de ces tourbillons venant à environner le fer & l'air, elle leur donne assez de divers mouvemens pour repousser fortement les autres tourbillons. Ainsi les étincelles doivent être bien plus éclatantes dans l'air que dans le vuide: elles doivent aussi durer plus de tems, & avoir assez de force pour allumer la poudre à canon. Et cette poudre ne peut manquer de matiere subtile qui la mette en feu, quelque quantité de poudre qu'il y ait, puisqu'il n'est pas seulement la matiere du premier élément, comme l'a crû M. Descartes, mais beaucoup plus celle du second, ou des petits tourbillons rompus, qui produit le mouvement extraordinaire du feu dans les mines. Si l'on fait réflexion sur ce qui arrive au feu lorsqu'on pousse contre lui beaucoup d'air, on ne doutera pas que les parties de l'air ne soient très-propres à rompre quantité de tourbillons du second élément, & par conséquent à déterminer la matiere subtile à communiquer au feu une partie de son mouvement. Car ce n'est que de cette matiere dont le feu peut tirer sa force ou son mouvement; puisqu'il est certain qu'un corps ne peut se mouvoir que par l'action de ceux qui l'environnent ou qui le choquent. Les effets prodigieux des grands miroirs ardens prouvent assez que la matiere subtile est la veritable cause du feu. Les rayons de lumiere se croisant au foyer de ces miroirs, les petits tourbillons de la matiere étherée dont ces rayons sont composez, doivent changer leur mouvement circulaire en

divers sens, & tendre à se mouvoir tous dans le même sens, c'est-à-dire, selon l'axe du cône de lumière réfléchi, & percer & ébranler ainsi les parties du corps qu'ils rencontrent, & les enflammer.

## DU RETOUR DES COMETES

Par M. CASSINI.

29. Avril  
1699.

**A**PRE'S la Comete qui parut au mois de Septembre 1698. il en a paru une autre au mois de Février & de Mars de cette année 1699. Le rapport de ces nouvelles Cometes avec les plus anciennes & la conformité de leur mouvement à celui des Planetes, donne un nouveau lustre à l'hypothese d'Apollonius Myndien, qui, au rapport de Seneque, enseignoit que les Cometes sont des Astres particuliers, qui se font voir lorsqu'ils approchent de la terre, & se dérobent à nôtre vûe en s'en éloignant. Ce Philosophe eseroit qu'il se trouveroit un jour quelqu'un, qui détermineroit les traces du Ciel par où les Cometes marchent, & qui les distingueroit les unes des autres. Mais il s'est passé depuis ce tems-là un grand nombre de siècles, sans que personne se soit mis en peine de chercher les regles de leur mouvement qui sembloit fort irregulier.

Les Cometes qui ont paru en ce siècle, ont reveillé les anciennes idées, & plusieurs autres nouvelles découvertes ont contribué à les éclaircir.

Premierement on a remarqué que les Cometes; dont on a observé avec une médiocre exactitude le mouvement particulier à l'égard des étoiles fixes, suivent pendant quelque tems un arc d'un grand cercle de la sphere, d'où quelques unes se détournent un peu, particulièrement vers la fin de leur apparition, où le détour, qui se fait peu à peu, devient plus sensible; ce qui est arrivé encore à la

Comete du mois de Septembre dernier. Les Planetes en font de même ; leur mouvement apparent est dirigé par un grand cercle , mais elles ne le décrivent pas toutes précisément. La Lune s'en détourne d'une maniere plus simple par le mouvement de ses nœuds ; les autres Planetes , hormis le Soleil , s'en détournent d'une maniere plus composée en tant qu'elles sont vûes de la Terre , qui n'est pas le centre principal de leur mouvement particulier.

Il n'y a pas eu de nôtre tems une Comete qui se soit plus détournée de son grand cercle , que celle de l'année 1664. & 1665. Nous representâmes exactement ce détour dans le Livre de cette Comete , imprimé à Rome la même année , par un mouvement particulier de ses nœuds , qui est une maniere qui se peut aussi appliquer à la Comete de l'année dernière.

2. Dans la route des Cometes observées en ce siecle & dans le précédent avec plus d'exaëtitude que dans les siecles passés , nous avons trouvé un endroit où elles paroissent plus grandes , & où leur mouvement apparent est plus vîte , & à égale distance de côté & d'autre , il a paru à peu près égal , quand on l'a pû observer avant & après son perigée , comme il arriva encore à la Comete du mois de Septembre dernier. Cela a rapport au perigée des Planetes , où les unes arrivent par un mouvement simple , les autres par un mouvement composé , qui ne paroît pas si précisément égal que s'il étoit simple.

Nous réduisons pourtant à une égalité le mouvement des Cometes , pendant le tems de leur apparition , que nous supposons être très - court à l'égard du tems de leur periode entiere , sans prétendre pourtant qu'il soit égal dans toute la révolution , l'inégalité qui ne paroît point dans un petit arc proche du perigée pouvant être très-considerable dans une grande portion de cercle. C'est pourquoi l'on ne scauroit tirer le tems de toute la periode par des observations faites pendant tout le tems de l'apparition d'une Comete.

3. Les Cometes éloignées du Soleil & de la Lune , ne

se perdent de vûë que dans la plus grande diminution de leur mouvement apparent , comme il est arrivé aux deux dernières. Cela confirme que c'est par leur grande distance, & par la plus grande clarté des autres astres , qu'elles cessent de paroître ; d'où vient qu'après les avoir perduës de vûë , on les voit encore pendant quelque tems par les lunettes, quoiqu'il se puisse faire qu'il y ait quelque diminution physique , qui étant imperceptible pendant le tems de l'apparition , pourroit être fort considerable après la révolution de plusieurs années.

4. Nous avons déjà trouvé quelques Cometes qui ont passé par une même route décrite dans les constellations du Ciel , sans une plus grande variation que celle que fait la Lune dans sa route d'une année à l'autre ; cela est encore arrivé à la Comete de l'année passée , à l'égard d'une autre que nous avons observée auparavant.

5. Ayant comparé ensemble les vîtesses apparentes de ces Cometes qui ont passé par les mêmes traces, quand les unes & les autres étoient à pareille distance de leur perigée , nous avons trouvé en quelques unes qu'il n'y a pas eu plus de différence qu'entre les vîtesses des mêmes Planetes à égale distance de leur perigée , qui résultent de la composition de leurs mouvemens.

6. Quand nous avons eu des observations propres pour chercher si une Comete n'avoit pas de parallaxe sensible , ce qui ne se rencontre pas souvent , nous l'avons trouvée plus petite que celle de la Lune.

Alors le mouvement apparent de la Comete dans son perigée par les observations , étoit plus lent que le mouvement apparent de la Lune, ce qui est conforme à cette regle des Anciens, que les corps celestes dont le mouvement propre est plus lent , sont plus éloignez de la Terre. Il est vrai que les Modernes qui ne supposent point comme les Anciens, que la Terre soit le centre principal du mouvement de toutes les Planetes , mais seulement de la Lune , n'accorderont pas que cette regle soit universelle à l'égard des autres Planetes qu'ils disposent autour du So-



leil, mais ils n'auront pas difficulté d'accorder, que cette regle doit subsister pour des Cometes, qui sont dans le système de la Terre, entre les cercles de Venus & de Mars, & qui auront le même rapport à la Terre que les autres Planetes ont au Soleil.

Nous avons déjà montré dans une autre occasion, qu'il y a assez de place entre ces deux cercles pour y placer les excentriques que l'hypothese d'Apollonius demande.

La grande Comete de 1680. qui nous donna la commodité d'observer sa parallaxe par les observations continues de plusieurs jours, que nôtre méthode demande, fut trouvée dans cet espace du Ciel où nous avons aussi trouvé la Comete de 1652. dont le mouvement apparent fût aussi plus lent dans son périégée, que le mouvement de la Lune. Si l'on n'a pas besoin d'un plus grand espace pour représenter le mouvement apparent des Cometes visibles, il est inutile de les chercher plus loin. Au delà de ces termes la parallaxe n'est pas sensible par les observations que l'on peut faire des Cometes, puisqu'on a beaucoup de peine à vérifier la parallaxe de Mars & celle de Venus, quand même ces Planetes sont le plus proche de la Terre.

Les deux dernières Cometes ont eu leur mouvement apparent au périégée plus lent que le mouvement de la Lune, d'où nous pouvons juger qu'elles étoient un peu plus éloignées de la Terre; puisque l'état de l'air ne nous permit pas d'observer leur parallaxe avec la précision que nous aurions souhaitée,

7. Nous avons vû des Cometes par la lunette, dont le disque étoit aussi rond, aussi net, & aussi clair que celui de Jupiter. Telle étoit la seconde Comete de l'année 1665. & celle de 1682. Le disque de quelques-autres, & particulièrement des deux dernières, étoit mal terminé & sombre, comme les étoiles nebuleuses le paroissent à la vûe simple; cela peut être attribué à quelque grande atmosphère qui les environne. Il ne s'ensuit pas qu'elles ne puissent être d'une longue durée, puisqu'il y a des étoiles

nebuleuses dans la constellation d'Andromede & dans celle d'Orion , qui étant vûës même par des grandes lunettes , ont la même apparence , sans qu'elles soient augmentées ou diminuées depuis 40. ou 50. ans que nous les observons.

8. Outre la variation de la grandeur apparente d'une Comete par la variation de sa distance de la Terre , & par quelque cause physique , elle peut varier encore en apparence par quelqu'autre cause semblable à celle qui fait varier la grandeur apparente du cinquième Satellite de Saturne , qui est sujet à augmenter ou à diminuer en apparence , & à se perdre de vûë pendant presque la moitié de chaque révolution , lors même qu'il approche de la Terre. Il y a aussi des étoiles fixes , qui en apparence augmentent & diminuent , & cessent enfin de paroître , & se font voir de nouveau après certains espaces de tems plus ou moins reglez. A cause de quelque changement semblable, les Cometes pourroient quelquefois paroître de différente grandeur à leur retour , & même passer & repasser à la même distance de la Terre sans être vûës.

La queue des Cometes est sujette à de plus grands changemens , puisqu'elle est d'une consistance si déliée , qu'on voit les étoiles à travers , & que la lumiere de la Lune & celle des crepuscules l'efface.

Comme c'est principalement la queue qui fait appercevoir les Cometes , si une Comete la perd par quelque cause que ce soit , elle pourra passer sans être apperçûë. La constitution de l'air peut aussi empêcher qu'on ne la voye ; & les rayons du Soleil qui empêchent qu'on ne voye Mercure pendant plusieurs de ses révolutions , peuvent aussi empêcher qu'on ne voye une Comete à son retour au perigée , si ce retour arrive quand le Soleil est assez proche d'elle.

Par toutes ces causes , quand on auroit trouvé la periode d'une Comete , on ne pourroit pas répondre de la voir à son retour.

Comme il n'y a pas long-tems qu'on travaille à des observations qui puissent contribuer à cette recherche ,  
on

on n'en a pas encore assez pour pouvoir fonder une induction suffisante des retours visibles des mêmes Cometes pour le tems à venir. Il suffit présentement de les reconnoître à leur retour , & les distinguer des autres.

Pour juger si une Comete qui paroît de nouveau , ne seroit pas une de celles qui ont paru en d'autres tems , il faut examiner , si elle ne s'accorde pas avec quelqu'une de ces Cometes dans les proprieté qui conviennent à une même Planete.

On ne trouvera point , que deux différentes Planetes aient tout ensemble les mêmes nœuds , la même inclinaison de leurs orbites à l'écliptique , & la même vitesse apparente à leurs perigées.

Quand donc nous trouvons qu'une Comete à tout ensemble les mêmes nœuds , la même inclinaison à l'écliptique , & les mêmes degrez de vitesse apparente qui ont été observés dans une autre qui a paru auparavant , nous avons de grands fondemens pour juger par l'analogie aux Planetes , que ce peut être la même Comete.

Toutes ces conformitez se trouvent entre la Comete de l'an 1680. & celle de l'an 1577. qui couperent l'écliptique aux mêmes degrez, c'est-à-dire à 9<sup>d</sup>. du Sagittaire & des Jumeaux, avec la même inclinaison de 29. degrez , passant par les mêmes constellations & qui eurent le même degré de vitesse à pareilles distances de leur perigée ; ce sont les circonstances qui nous firent juger , que c'étoit la même Comete , comme nous avons expliqué au long dans le livre de cette Comete , dédié au Roy.

Il y a aussi le même rapport entre la Comete de l'année 1652. dont nous observâmes le mouvement , & fîmes la description de la route qu'elle avoit faite & qui lui restoit à faire , dans une Lettre au Duc de Modene , qui fut imprimée avant que cette Comete disparût.

En comparant cette description avec les observations de la Comete du mois de Septembre dernier , on voit qu'elle a marché par le même grand cercle , qui coupoit l'écliptique presque aux mêmes degrez , c'est-à-dire à 28<sup>d</sup>. du Taureau &

du Scorpion , avec la même inclinaison de 76. degrés ; & qu'elle avoit presque le même degré de vitesse au perigée , comme pourroit faire une Planete des plus regulieres

Il y a eu aussi quelque conformité entre la Comete de cette année & la précédente. Sa route a eu presque la même inclinaison à l'écliptique , & elle l'a parcourue presque avec la même vitesse. Mais parce qu'une alloit du Septentrion au Midy , déclinant à l'Occident vers les mêmes signes , d'où l'autre s'éloignoit en allant du Midy au Septentrion , déclinant à l'Orient , ce qui n'arrive point à une même Planete à son retour au perigée ; nous n'avons pas de preuves si fortes que ce soit la même.

La dernière Comete a aussi quelque rapport à celle qui fut observée au mois de Décembre de l'an 1689, par les Peres Jesuites Mathématiciens du Roy envoyez à la Chine. Elle parcourut la constellation du Loup passant sur son dos à peu de distance du grand cercle de la nôtre , allant comme elle vers le Pole austral de l'écliptique , qu'elle avoit pourtant passé , à quelque distance des nœuds de la nôtre avec une inclinaison plus grande , & avec une moindre vitesse à son perigée ; c'est pourquoi il paroît plutôt que c'en étoit une autre qui suivoit de près la même route. Les nœuds de celle de 1689. concouroient avec les nœuds de celle de 1680.

Il est vrai qu'il peut y avoir des Cometes ; dont les nœuds aient un mouvement assez vite , dont l'inclinaison soit très-variable , & qui retournent au perigée avec une vitesse fort différente causée par quelque variation d'excentricité ; mais en ce cas il sera extrêmement difficile de les reconnoître pour les mêmes , jusqu'à ce qu'elles se rétablissent au même état. Les rétablissémens ne se font que par de longues periodes. Cela étant ainsi , l'on trouvera que ce n'est pas peu que dans le petit nombre que nous en avons pu voir de nos jours , il s'en soit trouvé deux en 18. années que l'on peut supposer être les mêmes que deux autres qui avoient paru , l'une au siècle passé , l'autre au milieu de ce siècle , outre plusieurs autres qui dans ces intervalles

ont suivi de près les mêmes traces. Comme ces routes sont si fréquentées par des Cometes, elles méritent bien d'être revûes de tems en tems, pour voir s'il n'y en paroît point d'autres que l'on puisse comparer à celles que nous y avons déjà observées.

Quand on aura un assez grand nombre d'observations des Cometes pour pouvoir choisir celles qui ont plus de rapport ensemble, & en tirer des inductions capables de fonder des regles; on verra si l'on ne pourroit pas trouver des periodes de mouvement, des nœuds & de variation d'inclinaison à l'écliptique, qui puissent faire passer une Comete par les routes peu différentes, qui ont été décrites par celles qu'on a observées avec les mêmes degrez de vîtesse; de la maniere que le mouvement des nœuds de la Lune de 18. ans & le peu de variation d'inclinaison qu'elle fait en 14. ou 15. jours, font passer la Lune en diverses années par différentes routes, avant qu'elle retourne par la même route aux mêmes étoiles fixes.

Ainsi l'on verra si l'on ne pourroit pas par cette maniere accorder ensemble la seconde Comete de 1665. & celle de 1677. à celles de 1680. & de 1577. qui ont eu presque les mêmes degrez de vîtesse, & ont passé par des routes peu différentes.

On verra même aussi si l'on ne pourroit pas trouver une periode de variation d'excentricité analogue à celle que fait la Lune, partie en 13. mois, partie en 15. jours, qui puisse donner à une même Comete les differens degrez de vîtesse qu'ont eu quelque-unes de celles qui ont passé par les mêmes constellations, comme a fait celle de cette année dernière & celle de l'an 1690. Ce que nous trouvons avoir été fait aussi par une de l'an 1472. observée par Regiomontanus au mois de Janvier & de Février, & une de l'an 1556. observée par Homelius & par Camerarius aux mois de Mars & Avril. L'une & l'autre passa l'écliptique près du milieu du signe de la Balance, & après avoir passé entre les Poles du Zodiaque & de l'Equinoctial, elles poursuivirent leur chemin jusqu'au milieu du signe d'Aries,

mais la plus grande vitesse de la premiere , parut presque triple de celle de la seconde. A moins de trouver une regle de cette variation, ce qui est difficile pour n'avoir pas un détail exact des observations qui en furent faites, on n'oseroit assurer qu'elles fussent une même Comete.

Avant que l'on soit persuadé par des indices suffisans; qu'une Comete qui paroît de nouveau est une de celles qui ont paru auparavant; & que l'on ne sçache qu'elle n'a fait depuis qu'une révolution : où si elle en a fait plusieurs, qu'on en sçache le nombre, il est inutile d'entreprendre d'en chercher la révolution, de même qu'il seroit inutile de tirer la révolution de Mercure de deux retours que l'on auroit observé, sans sçavoir le nombre de ceux qu'il auroit fait entre une apparition & l'autre.

## O B S E R V A T I O N

## SUR LA QUANTITE' EXACTE

## DES SELS VOLATILES ACIDES

*contenus dans tous les differens esprits acides.*

Par M. HOMBERG.

29. Avril  
1699.

**L**A Chymie demande plus qu'aucun autre art une exactitude très-grande dans toutes ses operations, non seulement pour le choix des matieres que l'on y veut employer, mais aussi pour leur quantité, qui est très-souvent si précise, que pour peu qu'on y manque, on fait une operation toute differente de celle que l'on s'étoit proposé de faire; & c'est en partie la cause pour laquelle la plupart des operations un peu délicates, ne réussissent pas toujours entre les mains de tout le monde.

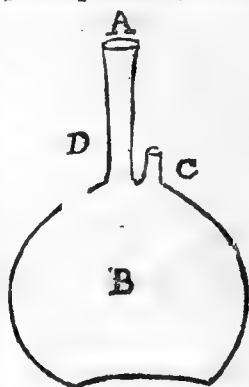
Nous avons une facilité très-grande de mesurer la quantité déterminée de toutes les drogues solides & séches par le poids & par les balances ordinaires; mais il n'en est pas de même pour les liquides, & particulièrement pour

tous les Sels volatiles acides , qui d'ordinaire ne paroissent point en forme sèche , & que l'on ne peut tirer des vegetaux & des mineraux qu'avec une partie de flegme dont ils ne se séparent jamais entierement. Nous n'avons eu jusqu'à present aucun moyen commode pour sçavoir , combien il y a précisément de ce Sel acide pur dans les liqueurs que l'on appelle esprits acides ; ce qui a embarrassé l'artiste qui veut être exact , & le met absolument hors d'état de pouvoir refaire précisément la même operation qu'il a faite autrefois , ou qu'un autre aura faite avant lui.

Il est vrai que par l'areometre qui est entre les mains de tout le monde, l'on peut connoître à peu près lequel de deux ou trois esprits acides est le plus ou le moins desflegmé ; mais on ne sçauroit déterminer par une quantité ou par un poids connu , de combien cet esprit est plus fort ou plus pesant que l'autre ; & lorsqu'on recherche en differens temps la force d'un même esprit , l'areometre commun est si sujet à être faux , que la temperature de l'air un peu plus ou moins chaude dans un temps que dans l'autre , en change considerablement l'effet. D'ailleurs quand même il n'y auroit pas de changement dans la temperature de l'air , il faudroit pour verifier la même force d'un esprit acide , se servir précisément du même areometre dont on s'est servi en premier lieu , autrement l'on n'y connoitra rien du tout ; car c'est presque impossible de trouver deux areometres qui marquent également , parce qu'il faudroit pour cela , que la capacité & la figure de leurs ventres & de leurs cols , aussi-bien que la quantité de la matiere dont ils sont faits , fussent parfaitement les mêmes , ce qui est aussi difficile à executer , que de faire deux thermometres parfaitement égaux. J'ai eu l'honneur de proposer à la Compagnie , il y a environ six ans , un areometre nouveau plus exact que n'étoit l'ancien , & dont je me suis servi pendant quelque temps ; mais ayant trouvé son usage encore fort incommode , je l'ai corrigé en dernier lieu d'une maniere que tout le monde s'en peut servir sans embarras & sans erreur. Il n'a aucun des défauts de l'ancien

areometre , & il produit tous les bons effets qu'on en a desirez. Il marque précisément à un cinquième ou sixième d'une goutte près , & en valeur connue , combien une liqueur pèse plus que l'autre : à quoi , si l'on veut ajouter les observations suivantes , l'on sçaura aussi très-exactement , combien il y aura de flegme & combien de sel volatil acide dans un esprit acide que l'on veut examiner. De plus tous les areometres faits de cette maniere , quoique de differentes grandeurs marqueront chacun précisément le même degré de force dans le même esprit acide , c'est à dire , qu'un areometre avec lequel on aura examiné un esprit acide , étant cassé ou perdu , l'on pourra verifier la force du même esprit avec un autre areometre , quoique ce dernier fût plus grand ou plus petit que le premier.

La construction consiste à un vaisseau de verre semblable à un petit matras , dont le col *AD* est si menu , qu'une goutte d'eau y occupe l'espace de cinq à six lignes. A côté de ce col , il sort de la panse *B* du vaisseau un petit tuyau *C* , de la même capacité que le col & de la longueur environ de six lignes paralleles au col *AD*. Ce petit tuyau sert pour donner une sortie à l'air qui est dans le vaisseau à mesure qu'on le remplit d'une liqueur ; la raison pour laquelle



le col est si menu , est , que par là on peut plus aisément connoître le vrai volume de la liqueur qui est entrée dans le vaisseau. L'on fait une marque *D* sur son col *AD* , pour connoître jusqu'où il doit être rempli. Il est bon d'en faire un peu évaser en entonnoir l'extrémité *A* , pour y verser plus facilement la liqueur.

L'usage de cet areometre est de le remplir d'un esprit acide jusques à la marque de son col , de le peser ensuite par un bon trébuchet , & de comparer le poids de cet esprit au poids d'un autre esprit. L'on y connoitra très-



exactement de combien l'un pèsera plus que l'autre, parce qu'une goutte d'eau occupant l'espace de cinq ou six lignes dans le col de cet areometre, si on avoit versé la hauteur d'une ligne de trop ou de trop peu, l'erreur ne feroit que d'un cinquième ou d'un sixième de goutte sur toute la quantité qu'on auroit mesurée, ce qui est très-peu de chose; & cependant cela sera très-sensible dans l'areometre & très-facile à corriger, en ajoutant un peu de liqueur s'il y en a trop peu, ou en frappant avec le doigt sur l'antonneir du col s'il y en a trop, ce qui fera sortir un peu de la liqueur par le bout du petit tuyau.

L'on peut avec cet instrument examiner non seulement les esprits acides, mais aussi les sulphureux & toutes sortes d'autres liqueurs; & comme les liqueurs sont sujettes à se dilater dans le chaud & à se resserrer dans le froid, il entrera en hiver plus de liqueur dans ce vaisseau, qu'il n'en entrera en été, ce qui pourroit embarrasser ceux qui voudroient comparer le poids d'un autre esprit acide qu'ils auroient pesé en hiver. Pour remédier à cet inconvenient, je donne ici une table des liqueurs les plus considerables dont on se sert en Chimie, & j'y marque combien ces liqueurs ont pesé dans la plus grande chaleur de l'esté & dans un temps où il geloit, afin que par là l'on puisse sçavoir à très-peu près la difference qu'il pourroit y avoir de ces deux extrémités au tems dans lequel on se veut servir de l'areometre.

L'areometre plein de mercure a pesé en été onze onces & sept grains.

En hiver onze onces & trente-deux grains.

Plein d'huile de tartre a pesé en été une once trois dragmes & huit grains.

En hiver une once trois dragmes trente & un grains.

Plein d'esprit d'urine a pesé en été une once trente-deux grains.

En hiver une once quarante-trois grains.

Plein d'huile de vitriol a pesé en été une once trois dragmes cinquante-huit grains.

En hiver une once quatre dragmes trois grains.

Plein d'esprit de nitre a pesé en esté une once une dragme quarante grains.

En hiver une once une dragme soixante & dix grains.

Plein d'esprit de sel a pesé en esté une once trente-neuf grains.

En hiver une once quarante-sept grains.

Plein d'eau forte a pesé en esté une once une dragme trente-huit grains.

En hiver une once une dragme cinquante-cinq grains.

Plein de vinaigre distillé a pesé en esté sept dragmes cinquante-cinq grains.

En hiver sept dragmes soixante grains.

Plein d'esprit de vin a pesé en esté six dragmes quarante-sept grains.

En hiver six dragmes soixante & un grain.

Plein d'eau de riviere a pesé en esté sept dragmes cinquante-trois grains.

En hiver sept dragmes cinquante-sept grains.

Plein d'eau distillée a pesé en esté sept dragmes cinquante-grains.

En hiver sept dragmes cinquante-quatre grains.

L'areometre vuide pesoit une dragme vingt-huit grains.

Cette table marque bien le poids exact de chacune de ces liqueurs , & la vraie difference des uns aux autres. Mais elle ne nous marque pas la quantité de Sel volatil acide & la quantité de flegme dont ces esprits acides sont composez. Pour donner un moïen de le sçavoir , j'ai ajoûté ici une seconde table , qui marque combien une certaine quantité de sel de tartre a absorbé de chacun de ces esprits acides , pour s'en fouler parfaitement , & de combien ce sel de tartre s'est augmenté de poids après la parfaite évaporation de toute humide. Cette augmentation de poids marque la vraie quantité de sel volatil acide qui étoit dans la liqueur absorbée par le sel de tartre.

Pour fouler une once de sel de tartre par l'esprit de nitre , il en a fallu une once deux dragmes trente-six grains ;  
le

le flegme étant évaporé, le sel de tartre s'est trouvé augmenté de trois dragmes dix grains. Ce qui marque qu'une once de cet esprit de nitre contient deux dragmes vingt-huit grains de sel volatile acide.

Pour souler une once de sel de tartre par l'esprit de sel, il en a fallu deux onces cinq dragmes ; le flegme étant évaporé, le sel de tartre s'est trouvé augmenté de trois dragmes quatorze grains. Ce qui marque qu'une once de cet esprit de sel, contient une dragme quinze grains de sel volatile acide.

Pour souler une once de sel de tartre par l'huile de vitriol, il en a fallu cinq dragmes ; le flegme étant évaporé, le sel de tartre s'est trouvé augmenté de trois dragmes cinq grains. Ce qui marque qu'une once d'huile de vitriol, contient quatre dragmes soixante & cinq grains de sel volatile acide.

Pour souler une once de sel de tartre par l'eau forte, il en a fallu une once deux dragmes trente grains ; le flegme étant évaporé, le sel de tartre s'est trouvé augmenté de trois dragmes six grains. Ce qui fait connoître, qu'une once d'eau forte contient deux dragmes vingt-six grains de sel volatile acide.

Pour souler une once de sel de tartre par le vinaigre distillé, il en a fallu quatorze onces ; le flegme étant évaporé, le sel de tartre s'est trouvé augmenté de trois dragmes trente-six grains. Par conséquent une once de vinaigre distillé, contient dix-huit grains de sel volatile acide.

En appliquant cette seconde table à la première, & les comparant aux esprits acides que chacun voudra examiner par un areometre de cette façon, on trouvera aisément la quantité de sel acide contenu dans un esprit acide.

Nous pourrions par ces observations rendre raison de plusieurs faits, qui sans cela seroient très-difficiles à expliquer. Par exemple nous sçavons, qu'une once d'eau regale faite de bon esprit de nitre & de sel ammoniac, dissout deux fois autant d'or qu'en pourroit dissoudre une once d'esprit de sel autant deflegmé, que l'étoit l'esprit de nitre. Pour en rendre raison, nous sommes obligez d'avoir

recours ou à la mollesse des pointes de l'un de ces deux acides qui s'émoussent aisément , & à la dureté des pointes de l'autre , qui agissent plus long-tems & qui écartent plus puissamment les petites parties de l'or , ou à quelque autre raison semblable , qui tout au plus n'auroit qu'une foible apparence de verité : mais ces observations nous montrant qu'une once de bon esprit de nitre contient deux fois autant de sel acide qu'une once de bon esprit de sel , & sçachant d'ailleurs que les esprits acides n'agissent plus ou moins que selon la quantité de ces sels acides qu'ils contiennent, nous pouvons être asseurez, que l'un ne produit le double de l'effet de l'autre , que parce qu'il contient le double de sel acide de l'autre.

J'ai remarqué dans ces observations un fait qui m'a paru meriter quelque attention , c'est que le sel de tartre dans sa saturation a retenu du vinaigre distillé un huitième de plus de sel acide qu'il n'en a retenu des esprits acides des mineraux.

La raison de cette difference pourroit bien être , que les petites parties de notre sel acide vegetal ayant passé par les filtres de la plante , & ensuite ayant souffert tous les mouvemens des differentes fermentations du vin & de sa distillation , se sont trouvées divisées en plus petites parties que ne sont celles d'un sel acide mineral , qui n'a pas encore souffert ces accidens ; car il y a beaucoup d'apparence que les sels acides des vegetaux ne sont autre chose que des sels acides mineraux ; que les racines des plantes sucent dans terre avec l'humidité qui leur sert de nourriture ; & comme les bouts de ces racines sont des especes de filtres , dont les uns admettent une certaine sorte de sels , & les autres une autre sorte , & qu'il se trouve parmi les sels essentiels des plantes quelques uns de ces sels qui détonnent dans le feu & qui produisent une flâme fort ardante , quelques autres qui ne produisent aucune flâme , mais qui sautillent & qui pétent dans le feu. Il pourroit bien être , que les sels acides contenus dans les sels essentiels , tiendroient, les uns du salpêtre , les autres du sel commun , &c. puisqu'ils en donnent les marques

dans le feu. Y ayant donc beaucoup d'apparence, que les sels acides des plantes & les sels acides des mineraux sont d'une même nature, & qu'ils ne different qu'en ce que les petites parties des uns sont plus subdivisées que ne sont les petites parties des autres, nous n'aurons point de peine à concevoir, pourquoi la matiere poreuse du sel de tartre a pû aborber un peu plus des uns qu'elle n'en a absorbé des autres; & pourquoi la même quantité de sel acide occupe beaucoup plus de liqueur aqueuse dans le vinaigre distillé que dans l'esprit de nitre ou dans quelqu'autre acide mineral: ce doit être encore par la même raison que ce sel acide vegetal est plus volatile, ou s'élève plus aisément dans les distillations, que ne sont les sels acides des mineraux:

## MANIERE GEOMETRIQUE ET GENERALE

*De faire des Clepsydres ou Horloges d'eau avec toutes sortes de vases donnez, percez où l'on voudra, d'une petite ouverture quelconque par où l'eau s'écoule suivant quelque hypothese de vitesses que ce soit: Et réciproquement de trouver ces vases pour toutes sortes d'hypotheses de telles vitesses & des tems, suivant lesquels se doivent regler les abaissemens de la surface de l'eau qui s'écoule.*

Par M. VARIGNON.

**L**E 28. Aoust 1694. je donnai à l'Academie une *Regle* <sup>29. Avril 1699.</sup> générale du mouvement des Surfaces de l'eau contenue dans des Vases ou Reservoirs, à mesure qu'ils s'épuisent. En voici présentement une toute aussi générale pour en faire des Clepsydres, dont la démonstration est tout à fait indépendante de celle-là.

I. Pour en comprendre toute l'étendue, il y a ici trois choses à considérer : sçavoir, le vase par le trou duquel l'eau s'écoule ; les différentes vitesses de cette eau à sa sortie ; & les tems selon lesquels se font les abaissémens de sa surface. Deux de ces trois choses étant données à discrétion, il s'agit de trouver la troisième.

PLAN. II. II. Pour cela, imaginons un vase tel aussi qu'on voudra ;  
FIG. I. comme cylindrique, conique ou pyramidal de base quelconque, ou bien décrit par la révolution d'une courbe aussi quelconque  $FEO$  autour de son axe vertical  $AO$  : Ou pour comprendre le tout en général, imaginons un vase, dont la moitié de la section par l'axe vertical  $AO$ , soit une ligne quelconque  $FEO$ , que j'appellerai dorénavant la *génératrice* de ce vase, & les coupes suivant  $BE$  perpendiculaires à son axe, toutes semblables entr'elles & de telle figure qu'on voudra. Soit ce vase percé où l'on voudra aussi, d'une petite ouverture  $O$  de figure quelconque, & sur son axe  $AO$  deux autres courbes aussi quelconques, dont la première  $OVX$  (appelée *Courbe des vitesses*) exprime par ses ordonnées  $BV$  les différentes vitesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$ , à mesure que sa surface se trouve en  $BE$  ; & dont l'autre  $ATR$  (appelée *Courbe des tems*) exprime de même par ses ordonnées  $BT$  les tems que cette surface met à descendre de  $AF$  en  $BE$ .

Cela posé, il est visible que la question se réduit à trouver une de ces trois courbes à discrétion,  $FEO$ ,  $OVX$ ,  $ATR$ , les deux autres étant données telles qu'on voudra.

III. Pour le faire, soit  $OB = x$ ,  $BE = y$ ,  $BV = v$ ,  $BT = t$ , l'ouverture  $O = c^2$ , & la surface de l'eau en  $BE = \mathcal{Z}^2$ . L'on aura  $\frac{dx}{dt}$  pour la vitesse de cette surface dans l'instant  $dt$ , pendant lequel  $BV$  exprime de même la vitesse de l'eau à sa sortie par le trou  $O$ . Donc on aura aussi  $\frac{dx}{dt} \cdot v : c^2 \cdot \mathcal{Z}^2$ , puisque l'eau du vase ne diminuant que de ce qu'il en sort par le trou  $O$ , l'on doit toujours avoir  $vc^2 = \frac{\mathcal{Z}^2 dx}{dt}$ . Donc aussi en général  $dt = \frac{\mathcal{Z}^2 dx}{vc^2}$ , ou  $dt = \frac{h \mathcal{Z}^2 dx}{vc^2}$  en prenant  $h = 1$  pour observer la loi des Homoge-

nes ; & cette équation ou formule convient tout à la fois aux trois courbes  $FEO$ ,  $OVX$ , &  $ATR$ , de manière que deux d'entr'elles étant données telles qu'on voudra , on trouvera toujours la troisième en substituant en  $x$  & en constantes les valeurs de ce que les équations des courbes données ont d'indéterminé dans cette formule : car l'équation résultante sera toujours celle de cette troisième courbe cherchée.

IV. Mais quelque simple que paroisse cette formule générale, il est pourtant à remarquer , qu'elle engage à deux quadratures qui en rendent l'usage difficile : sçavoir , à la quadrature ( $c^2$ ) de l'ouverture  $O$  qu'on suppose de figure quelconque, & la quadrature ( $z^2$ ) de la surface de l'eau  $BE$ , laquelle dépend de celle du cercle, lorsque le vase en question est engendré par la révolution de la ligne  $FEO$  autour de son axe  $AO$ . C'est pour cela que j'en ai cherché encore une autre, laquelle ne supposât rien de tout cela, & qui cependant fût tout aussi générale que la précédente : La voici.

V. Outre les noms cy-dessus (*art. 3.*) soient de plus  $AX=a$ ,  $AF=b$ , la surface de l'eau en  $AF=f^2$ , & pour plus de simplicité la vitesse de cette surface  $=1$ , en faisant de  $AO$  un axe qui coupe la courbe des tems en  $A$  sous un angle de  $45$ . degrés. L'on aura encore (*art. 3.*)  $\frac{dx}{dt}.v :: c^2.z^2$ . & par la même raison  $a :: c^2.f^2$ . Parce que l'angle supposé de  $45$ . degrés en  $A$ , y rend  $dx=dt$ , & conséquemment  $\frac{dx}{dt}=1$ ; & qu'on y a  $v=BV=AX=a$ . Ce qui donnera  $c^2=\frac{f^2}{a}$ . Donc  $\frac{dx}{dt}.v :: \frac{f^2}{a}.z^2$ . Mais les surfaces de l'eau en  $AF$  & en  $BE$ , étant (*art. 2.*) semblables de quelque figure que d'ailleurs on les suppose, l'on aura  $f^2.z^2 :: bb.yy$ . Donc aussi  $\frac{dx}{dt}.v :: \frac{bb}{a}.yy$ . Ce qui donne encore en général l'équation ou la formule  $dt = \frac{ayy dx}{b^2 v}$  commune aux trois courbes  $FEO$ ,  $OVX$ , &  $ATR$ , de même que celle de l'*art. 3.* mais qui ne renferme plus au-

cune quadrature, ni même rien de l'ouverture  $O$ , ni de la figure des coupes horizontales du vase à mettre en Clepsydre. De sorte qu'avec cette dernière formule, il n'est plus nécessaire de se mettre en peine si ce vase a été formé par la révolution de  $FEO$  autour de son axe  $AO$ , ou autrement, ni de la figure ou de la situation de son ouverture  $O$ .

FORMULE GENERALE.

$$dt = \frac{ayydx}{bbv}.$$

VI. Pour satisfaire présentement à l'*art. I.* c'est-à-dire, à toutes les conditions de la question, il y a trois problèmes à résoudre.

1°. Un vase quelconque à mettre en Clepsydre, étant donné avec les vitesses de l'eau à sa sortie par le trou qu'on y suppose; graduer ce vase suivant telle proportion des tems qu'on voudra.

2°. Ces vitesses quelconques étant données avec les tems suivant lesquels on veut que se fassent les abaissemens de la surface de l'eau qui s'écoule; trouver le vase à qui les graduations qui en résultent, conviennent pour en faire une Clepsydre.

3°. Le vase à mettre en Clepsydre étant donné avec les tems suivant lesquels on veut que se fassent les abaissemens de la surface de l'eau qui s'écoule; trouver quelles devroient être les vitesses de cette eau à sa sortie, pour faire une Clepsydre de ce vase, à qui convinssent les graduations qui résultent de ces tems.

Mais parce que la résolution de ces trois Problèmes se tire de la même manière de la précédente formule générale, ou plutôt celle des deux derniers s'y présentant comme d'elle-même, celle du premier (qui est ici comme le principal) suffira. Soit donc seulement

PROBLEME.

VII. Un vase quelconque à mettre en Clepsydre, ou sa ligne génératrice  $FEO$  étant donnée avec  $OVX$  qui est celle des vitesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$  qu'on lui suppose à

FIG. 1.



discretion ; graduer ce vase suivant telle proportion des tems qu'on voudra.

**SOLUT.** Tout ce qu'il y a ici à faire, c'est de substituer dans la formule générale précédente (*art. 5.*) les valeurs de  $y$  & de  $v$ , trouvées en  $x$  & en constantes par le moyen des Courbes données  $FEO$  &  $OVX$ ; & l'équation qui en résultera, n'ayant plus d'indéterminées que  $x$  &  $t$ , sera celle de la courbe  $ATR$  des tems sur lesquels se doivent regler les graduations requises du vase qu'on veut mettre en Clepsydre.

Pour les avoir, cette courbe  $ATR$  étant décrite suivant son équation ainsi trouvée, soit une de ses ordonnées quelconque  $OR$  divisée aux points  $Z$  dans la raison des tems qu'on veut marquer depuis  $A$  jusqu'en  $O$  sur la Clepsydre cherchée: De tous ces points  $Z$  soient menées autant de  $ZT$  paralleles à l'axe  $AO$ , lesquelles rencontrent la courbe des tems en tout autant de points  $T$ , desquels il faudra faire encore autant de droites  $TBE$  paralleles à  $RO$ : les points  $E$  seront les endroits du vase où la surface de l'eau se trouvera dans les tems requis; & les points  $B$  de l'axe, marqueront de même les hauteurs où elle doit se trouver alors.

Par exemple: Si l'on divise  $OR$  aux points  $Z$  en parties égales, les points  $B$  &  $E$  marqueront les hauteurs & les endroits du vase où la surface de l'eau doit se trouver en tems égaux: de sorte que si ces tems sont des heures, des demi-heures, des quart-d'heures, &c. il n'y aura qu'à les marquer sur les divisions par les chiffres qui leur conviennent; & le vase proposé sera gradué dans la proportion des tems requise.

En général, si l'on a observé le tems que l'eau aura employé à s'écouler toute par le trou  $O$  du vase engendré par la révolution autour de  $AO$  de la ligne quelconque  $FEO$ , lequel en étoit rempli jusqu'en  $AF$ ; & qu'on veuille savoir à quelles hauteurs cette eau s'y trouvera au commencement ou à la fin des parties quelconques de ce tems de son écoulement entier depuis  $AF$  jusqu'en  $O$ : il n'y a qu'à diviser  $OR$  en autant de parties proportionnelles à celles-là; de tous les points  $Z$  de sa division lui élever autant de

perpendiculaires  $ZT$  qui aillent rencontrer en autant de points  $T$  la courbe  $ATR$  des tems; & de tous ces points  $T$  mener autant de droites  $TBE$  paralleles à  $AF$ , lesquelles rencontrent en autant de points  $E$  la ligne génératrice  $FEO$  du vase quelconque proposé: ces points  $E$  sur la surface extérieure de ce vase, y marqueront les hauteurs où l'eau s'y trouvera dans les tems souhaitez, lesquels marquez en ces points par des chiffres, y formeront l'échelle de graduation requise.

E X E M P L E I.

FIG. 3. VIII. Soient suivant l'hypothese ordinaire les vîtesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$  du vase proposé, comme les racines des hauteurs de sa surface au-dessus de ce trou: en ce cas la courbe des vîtesses  $OVX$  sera une parabole ordinaire, dont le lieu soit (si l'on veut)  $v = \sqrt{px}$ . Cela posé, si l'on veut de plus que le vase donné soit une pyramide ou un cone de base quelconque (en forme d'enfonnoir renversé, mais dont le trou soit où l'on voudra, à la hauteur de  $AO$ ) de maniere que sa ligne génératrice  $FEO$  soit droite, & forme avec son axe  $AO$  prolongé vers  $C$ , un angle rectiligne quelconque  $ACF$ : alors si outre  $AX = a$ , on suppose  $c = OC$  partie de  $AC$ , l'on aura  $AC \left( \frac{aa}{p} + c \right)$ .  $AF(b) :: CB(c+x)$ .

$BE(y)$ . Et par conséquent  $y = \frac{bp \times c + x}{aa + cp}$ , ou  $yy = \frac{bbpp \times c + x^2}{aa + cp^2}$ . Donc en substituant ces valeurs de  $v$  & de  $yy$

dans la formule générale précédente (art. 5.)  $dt = \frac{ayydx}{bbv}$ ,

l'on aura  $dt = \frac{appdx \times c + x^2}{aa + cp^2 \times \sqrt{px}}$ , dont l'intégrale  $t =$   

$$\frac{30ac^2 \times ap^2 - p^2 \sqrt{px} + 20acbp \times a^3 - px \sqrt{px} + 6a \times a^5 - p^2 x^2 \sqrt{px}}{15p \times aa + cp^2}$$

sera ici le lieu de la courbe des tems  $ATR$ , laquelle decrite suivant cette équation, aura son ordonnée  $OR =$   

$$\frac{30ac^2 \times p^2 + 20a^4 cp + 6a^6}{15p \times aa + cp^2}$$
, qu'il faut diviser en  $Z$  suivant la proportion des tems requis, & en achevant le reste, comme

comme dans la solution précédente (*art. 7.*) les points *B* & *E* exprimeront les endroits où se doit trouver la surface de l'eau dans ces tems, en s'écoulant par le trou *O*. Et là il est à remarquer que cette courbe *ATR* tournera d'abord sa convexité vers *OR* en la touchant en *R*, & qu'ensuite elle se recourbera en sens contraire-vis-à-vis de  $x = \frac{1}{2}c$ .

IX. Si l'on veut présentement que le trou *O* soit au fond FIG. 4. du vase en question, comme au fond d'un entonnoir de base quelconque; alors ayant *C* en *O*, ou *CO* (*c*) = 0, le lieu précédent (*art. 8.*) de la courbe des tems *ATR*, se changera pour ici en 
$$t = \frac{6a^6 - 6ap^2x^2\sqrt{px}}{15a^4p} = \frac{2a^5 - 2p^2x^2\sqrt{px}}{5a^3p}.$$

Ce qui fait voir que cette courbe *ATR* est ici une seconde parabole du cinquième degré, dont l'axe est  $OR = \frac{2a^4}{5p}$  ( $\frac{2}{5}AO$ ), vers lequel elle tourne présentement sa concavité dès le point *R*, où elle a son parametre  $= \frac{aa}{p} \sqrt{\frac{3}{5}}$ , & va sans aucun point de contour rencontrer *AO* en *A*, sous l'angle supposé de 45. degrez.

X. Enfin si l'on suppose (*art. 8.*) que le vase donné FIG. 5. soit un cylindre de base quelconque; alors *FE* parallèle à *AO*, rendant *OC* (*c*) infinie, l'équation de la courbe des tems *ATR* trouvée pour l'*art. 8.* se changera ici en 
$$t = \frac{30aa cc pp - 30a cc pp \sqrt{px}}{15 cc p^3} = \frac{2aa - 2a\sqrt{px}}{p};$$
 ce qui fait voir

que cette courbe doit être ici une parabole ordinaire, dont le sommet & l'axe sont *R* &  $OR = \frac{2aa}{p}(AO)$ ; mais dont la courbure est présentement à contre-sens de la précédente, sa convexité se trouvant tournée vers *OR* qu'elle touche en *R*, où elle a son parametre  $= \frac{4aa}{p} = 4AO$ .

De-là se conclut aisément la méthode ordinaire de faire ces Clepsydras cylindriques: sçavoir, que pour avoir les points *B* qui marquent des tems égaux, par exemple, 12. heures sur *AO*, il faut concevoir *AO* comme divisée en 144. (quarré de 12.) parties égales, en retrancher *OB* de

121. (quarré de 11), ce premier ou plus haut point *B* sera celui de la premiere heure; de cet *OB* retranchez l'*OB* suivant de 100. parties; (quarré de 10), ce second *B* sera celui de la seconde heure. & ainsi des autres. De sorte que de ces 144. parties égales il en faut prendre 23, pour la premiere heure de l'écoulement; 21, pour la seconde; 19, pour la troisième; 17, pour la quatrième; & enfin 1, pour la douzième; toujours suivant la suite naturelle des nombres impairs.

EXEMPLE II.

FIG. 6. XI. La vitesse de l'eau à sa sortie par le trou *O*, demeurant la même que dans l'exemple précédent (*art.* 8.) c'est-à-dire, comme les racines des hauteurs de la surface de l'eau par dessus ce trou, en sorte que la courbe *OVX* qui les exprime par ses ordonnées, soit encore une parabole dont le lieu soit  $v = \sqrt{px}$ ; si l'on veut presentement que la courbe génératrice *FEO* du vase donné, soit une section conique quelconque dont le sommet soit en *O*: on peut de même satisfaire à toutes les sections coniques à la fois en se servant de leur lieu général  $2mn^2x + 2m^2nx + n^2x^2 - m^2x^2 = m^2y^2$ ; car ce lieu donnant  $yy = \frac{2mn^2x + 2m^2nx + n^2x^2 - m^2x^2}{m^2}$ , si l'on substitué ces valeurs de *v* & de *yy* dans la précédente (*art.* 5.) formule générale  $dt = \frac{ayy dx}{bbv}$ , elle se changera ici en  $dt = \frac{2mn^2 + 2m^2nxx dx + n^2 - m^2x^2}{b^2m^2\sqrt{px}}$ , dont l'intégrale  $t = \frac{20mn^2 + 20m^2n \times a^4p - ap^2x\sqrt{px} + 6n^2 - 6m^2 \times a^6 - ap^2x^2\sqrt{px}}{15b^2m^2p^3}$  fera le lieu général de la courbe des tems *ATR*, quelque section conique (en dedans) que soit la génératrice *FEO* du vase donné: c'est-à-dire, quelque rapport qu'il y ait de *m* à *n*; puisque c'est par là varieté seule de ce rapport que cette courbe génératrice se trouve être telle ou telle section conique: sçavoir une parabole lorsque  $m = n$ , une hyperbole lorsque  $m < n$ , une ellipse lorsque  $m > n$ , & un cercle lorsque *m* est infinie.

XII. On voit encore ici en général, que si l'on prend (parallement à *AX*)  $OR = \frac{20mn^2a^4p + 20m^2na^4p + 6n^2a^6 - 6m^2a^6}{15b^2m^2p^3}$ ,

la courbe cherchée  $ATR$  la rencontrera perpendiculairement en  $R$ , en tournant sa concavité vers  $OR$  jusqu'à  $x = \frac{2mn^2 + 2m^2n}{3m^2 - 3n^2}$  où elle se contournera en sens contraire ; & son angle de 45. deg. en  $A$  avec  $AO$ , donnera ici  $b^2n^2p^2 = 2a^2mn^2p + 2a^2m^2np + a^4n^2 - a^4m^2$ , d'où resultera la valeur de celle qu'on voudra des trois indéterminées constantes  $m, n, p$ , les deux autres étant données à discrétion.

XIII. La Courbe des tems  $ATR$  pour les trois cas où la génératrice du vase  $FEO$  peut être une section conique (en dedans) étant trouvée; il n'y a plus qu'à diviser  $OR$  aux points  $Z$  dans la raison des tems requis, achever le reste comme dans la solution précédente (art. 7.) ; & les points  $B$  ou  $E$ , ou plutôt  $B$  &  $E$  marqueront les endroits où se doit trouver la surface de l'eau dans ces tems, en s'écoulant par le trou  $O$  du vase formé par celle qu'on voudra des trois sections coniques.

#### EXEMPLE III.

XIV. Si l'on veut présentement que la courbe généra- FIG. 7.  
trice du vase  $FEO$  soit une hyperbole équilatère prise en dehors, dont le lieu entre les asymptotes  $AO, OP$ , soit (si l'on veut)  $aa = xy$ , ou  $yy = \frac{a^2}{xx}$ , & les vitesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$  de ce vase, comme cy-dessus, c'est-à-dire,  $v = \sqrt{px}$ ; il n'y aura qu'à substituer encore ces deux valeurs de  $yy$  & de  $v$  dans la formule générale (art. 5.)  $d^2t = \frac{ayydx}{bbv}$ : l'on aura ici  $d^2t = \frac{a^5dx}{b^2x^2\sqrt{px}}$ , dont l'intégrale  $t = \frac{2a^5}{3b^2x\sqrt{px}} - \frac{2a^2p}{3b^2}$  sera le lieu de la courbe des tems  $ATR$ , laquelle on voit devoir être une seconde hyperbole cubique, dont  $OR$  sera une des asymptotes, & l'autre sera  $PQ$  parallèle à  $AO$  en prenant  $OP = \frac{2a^2p}{3b^2}$  sur  $RO$  prolongée; & l'on aura ici  $p = b$ . L'équation  $cc = xy$  auroit donné de même  $t = \frac{2ac^4}{3bbx\sqrt{px}} - \frac{2c^4p}{3bb^2a^2}$  &  $p = \frac{aab}{cc}$ .

XV. La maniere de se servir de cette courbe  $QAR$  pour graduer suivant telle proportion qu'on voudra, le vase dont l'hyperbole en dehors  $FEO$  seroit la génératrice,

étant la même que cy-dessus (*art. 7. &c.*), on ne s'y arrêtera pas davantage : il suffit de remarquer, que quelque petite que fût la hauteur finie *AO* de l'eau comprise dans ce vase, & quelque grand au contraire que fût le trou fini *O* par lequel on suppose qu'elle s'écoule, il ne faudroit pas moins qu'un tems infini pour l'épuiser ; c'est à dire, un tems plus grand que quelque tems fini qu'on puisse supposer, si un tel vase étoit possible.

## REMARQUE I.

1°. On pourroit encore donner d'autres exemples de tout ceci, dans lesquels le trou *O* ne se trouveroit pas au fond du vase ou au sommet de la section conique qui le forme ; mais la méthode en étant la même que celle de l'exemple premier, il n'est pas nécessaire de s'y arrêter davantage.

2°. Il faut pourtant remarquer, que quoique la graduation de ces sortes de Clepsydres suivant telle division qu'on voudra du tems qu'elles mettent à s'épuiser, ne dépende aucunement de la capacité du trou par où l'eau s'écoule, leur durée ne laisse pas d'en dépendre ; puisque selon que ce trou sera plus ou moins grand, elles s'épuiseront plus ou moins vite. Pour faire donc qu'elles durent ce que l'on voudra, il faudra changer ce trou en un autre à pareille profondeur, lequel soit à celui-là comme le tems que le vase met à s'épuiser, à ce qu'on veut qu'il en mette ; parce qu'à hauteurs égales, les vitesses étant les mêmes, les produits des tems par les ouvertures, sont comme les quantitez d'eau qui s'écoulent, lesquelles sont (*hyp.*) ici les mêmes de part & d'autre.

3°. La solution de deux autres Problèmes que j'ai indiqués dans l'*art. 16.* se tirant aussi de la même formule générale (*art. 5.*) dont on s'est servi jusqu'ici, en y substituant seulement les valeurs données de *v* & de *dt* pour la solution du second Problème, ou de *y* & de *dt* pour celle du troisième ; il est manifeste que la seule substitution de la valeur de *dt* qui résulte de l'équation de la courbe des tems *ATR*, donnée dans l'un & dans l'autre de ces Problèmes, laisse encore cette équation commune aux deux autres courbes *FEO* & *OVX*. De sorte qu'après cela il n'y aura plus qu'à y substituer la valeur de *v* ou de *y*, pour particuli-

fer cette équation à la courbe génératrice du vase cherché, ou à celle des vitesses cherchées de l'eau à sa sortie par le trou  $O$ . Ainsi je ne croi pas non plus qu'il soit besoin de nous y arrêter davantage. Cependant la Clepsydre de descente uniforme de la surface de l'eau qui s'écoule avec des vitesses supposées comme les racines des hauteurs, laquelle semble avoir été cherchée par Toricelli, & que M. Mariotte a trouvée, est trop celebre pour l'omettre ici; d'ailleurs elle se présente si vite par nôtre Méthode, que ce ne seroit pas beaucoup épargner que de supprimer cet exemple du Problème second.

FIG. 8.

XVI. La question est donc selon M. Mariotte (Mouv. des Eaux, part. 3. disc. 3.) de trouver un vaisseau de telle figure qu'étant percé au fond d'une petite ouverture, l'eau supérieure passe en descendant des hauteurs égales en tems égaux. En ce cas les tems  $BT$  étant donnez comme les espaces  $AB$ , la ligne des tems  $ATR$  sera droite, &  $ABT$  un triangle rectiligne qui donnera  $dt = dx$  à cause de l'angle supposé  $BAT$  de 45. degrez; l'on aura de plus  $v = \sqrt{px}$  suivant l'hypothese qu'on fait ici des vitesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$ , comme les racines des hauteurs de sa surface par dessus ce trou. Il n'y a plus qu'à substituer ces valeurs de  $dt$  & de  $v$  en leurs places dans la formule générale (art 5.)  $dt = \frac{ayy dx}{bbv}$ , pour la changer tout d'un coup en  $1 = \frac{ayy}{bb\sqrt{px}}$ , ou  $\frac{yy}{a} = \sqrt{px}$  qui sera le lieu de la courbe cherchée  $OEF$ . D'où l'on voit que cette courbe doit être une parabole quarrée-quarrée, ainsi que M. Mariotte l'a trouvée, & que je la démontrerai aussi à l'Académie d'une autre maniere tout aussi courte, le 28. Aoust 1694.

XVII. Si au lieu de  $v = \sqrt{px}$ , l'on eût pris  $v = x^q p^{\frac{1}{2}-q}$  l'on auroit eu de même  $\frac{b^2 x^q p^{\frac{1}{2}-q}}{a} = yy$  pour le lieu général de toutes ces courbes génératrices des vases  $FEO$ , ou les abaissemens de la surface de l'eau qui s'écouleroit par  $O$  avec des vitesses  $x^q$ , seroient comme les tems; c'est-à-dire, égaux en tems égaux. Ce qui, en prenant  $q = \frac{1}{2}$

donneroit encore  $\frac{b^2 \sqrt{p x}}{a} = y y$ , c'est-à-dire, la premiere parabole quarrée-quarrée pour la génératrice  $FEO$  du vase propre à un tel usage dans l'hypothese ordinaire où les vitesses de l'eau à sa sortie par le trou  $O$ , sont comme les racines des hauteurs de sa surface par dessus ce trou. Si l'on prend ces vitesses comme ces hauteurs, c'est à-dire,  $q = 1$ , l'on aura  $\frac{b^2 x}{a} = y y$  à la parabole ordinaire, pour le lieu de la courbe génératrice du vase requis en ce cas. Si ces vitesses sont comme les quarrés des hauteurs, c'est-à-dire,  $q = 2$ , cette ligne  $FEO$  sera droite, &  $FOA$  un triangle rectiligne rectangle en  $A$ , dont le lieu sera  $\frac{b^2 x^2}{ap} = y y$  ou  $x \sqrt{\frac{b^2}{ap}} = y$ . Si l'on prend  $q = -2$ , cette courbe génératrice du vase  $FEO$  sera une hyperbole ordinaire dont le lieu sera  $b p \sqrt{\frac{p}{a}} = x y$ . & ainsi des autres cas à l'infini, où la surface de l'eau comprise dans ces sortes de vases, s'abaisseroit également en tems égaux, quelque puissance des hauteurs qui suivît la vitesse de son écoulement par le trou  $O$ .

XVIII. Quant aux autres vitesses de l'eau, qu'on pourroit encore imaginer à sa sortie par le trou  $O$ , dans cette hypothese d'abaissemens égaux de sa surface en tems égaux l'égalité  $\frac{b^2 v}{a} = y y$  les comprendra toutes avec les précédentes, elle comprendra même tout à la fois toutes les courbes génératrices des vases propres à cette hypothese. De sorte qu'en y substituant seulement telle valeur de  $v$  qu'on voudra, cette équation deviendra celle de la courbe génératrice  $FEO$  du vase requis en pareil cas. Et réciproquement, quelque valeur de  $y$  qu'on substituë dans cette même équation, elle deviendra celle de la courbe  $OVX$  des vitesses que l'eau doit avoir à sa sortie par le trou  $O$  du vase donné, pour que les abaissemens de sa surface y soient tels qu'on les demande, c'est-à-dire, égaux en tems égaux. Mais en voilà assez & même plus qu'il n'en faut, vû l'extrême facilité qu'il y a de trouver tout cela



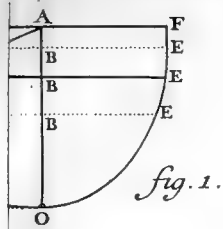


fig. 1.

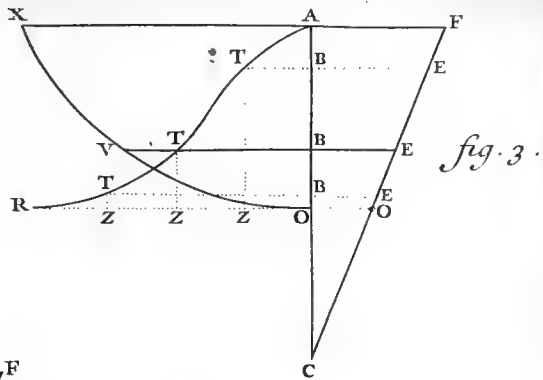


fig. 3.

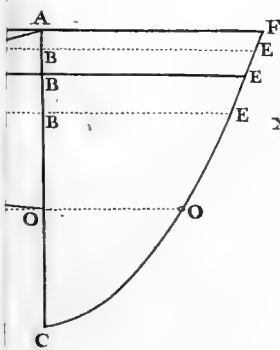


fig. 4.

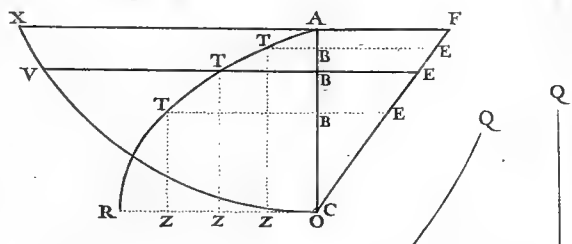


fig. 7.

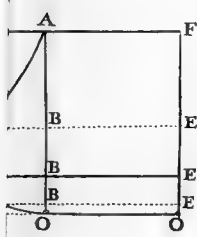


fig. 6.

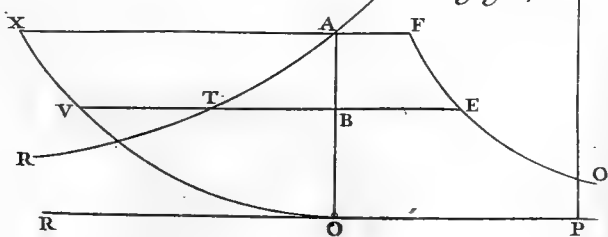
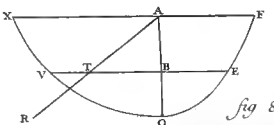
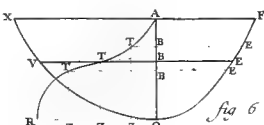
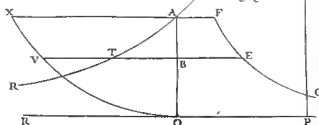
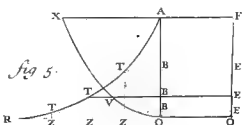
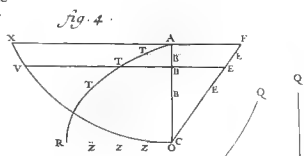
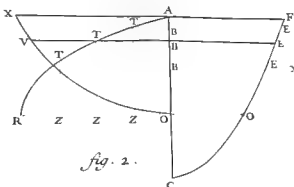
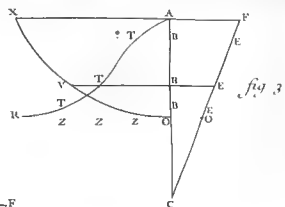
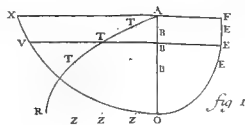


fig. 8.



par nôtre Méthode, c'est-à-dire, de le tirer de cette formule ou de la générale de l'art. 5. qui a donné naissance à celle-ci.

## REMARQUE II.

Jusque là il suffit de sçavoir que les coupes horizontales des vases à mettre en Clepsydres, sont semblables, de quelques figures qu'elles soient d'ailleurs ; si elles ne l'étoient pas, il en faudroit demeurer à la formule  $dt = \frac{a\chi^2 dx}{vf^2}$  que donne l'analogie  $\frac{dx}{dt} \cdot v :: \frac{f^2}{a} \cdot \chi^2$ . de l'art. 5. dans laquelle les valeurs des surfaces des coupes horizontales, resteroient encore à substituer selon la nature des vases en question. Par exemple, si ces vases étoient des cylindres horizontaux de bases quelconques d'axes verticaux, ou même des cuneo-cones de tranchans verticaux & de bases aussi quelconques, faits à la manière de ceux dont parle M. Wallis à la fin de son Algebre ; les coupes horizontales de ces vases donnant alors  $f^2 \cdot \chi^2 :: by$ . Cette formule deviendrait  $dt = \frac{ay dx}{bv}$ , de laquelle il faudroit faire le même usage que de la générale de l'art. 5. Et ainsi de tout ce qu'en peut donner de même  $dt = \frac{a\chi^2 dx}{vf^2}$ .

## DESCRIPTION

D'UNE NOUVELLE MANIERE

DE PORTE D'ECLUSE

*Qu'on a pratiquée dans l'entreprise de la nouvelle navigation de la Seine.*

Luë à l'Académie par M. DES BILLETTES.

CETTE Porte est tout à fait singuliere & sans rapport à aucune qu'on ait vüe dans toutes les autres naviga-  
tions. 2. May, 1699.

*En voici les principales proprietes.*

1. Elle épargne du moins un pied d'excavation , ce qu'on sçait être d'un très-grand avantage dans ces sortes de travaux.

2. Elle est d'une force extraordinaire , & comme invincible.

3. Elle n'est point attachée aux Palées , & par conséquent indépendante des inconveniens qui arrivent à toutes celles qui ont cette sujétion.

4. Un homme seul l'ouvre si aisément & si promptement, qu'un Marinier se trouvant à cent toises & moins au-dessus ou au-dessous , n'a qu'à avertir d'un coup de corner ou autrement ; & il l'a trouve ouverte avant qu'il y soit arrivé. Ainsi la navigation n'est jamais interrompue , comme il arrive d'ordinaire aux autres manieres de Portes , où il se perd souvent jusqu'à des heures entieres pour leur ouverture.

5. S'il y a quelque réparation à y faire , deux hommes seuls la peuvent mettre hors de l'eau dans un quart d'heure ; & étant racommodée , ils l'a replacent dans un instant.

6. Il ne s'y peut amasser de sable ni autre chose qui l'empêchent d'ouvrir , qu'on ne puisse ôter en un moment.

7. Quoique très simple , & plus sûre qu'aucune qu'on ait pratiquée jusqu'à présent , elle coûte beaucoup moins , & n'est point sujette aux accidens des autres constructions.

Elle a été inventée par feu M. le Duc de Rouanez , qui sans étude & par la seule justesse de son esprit naturellement géométrique , étoit capable de trouver tout ce qu'il y a de plus fin à chercher dans les Méchaniques , & particulièrement pour ce qui regarde les eaux ; comme il étoit même toujours prêt à raisonner très juste sur ce qu'il peut y avoir de certain dans la Physique , & généralement sur toutes les matieres dont la discussion ne dépend pas d'une enchaînage de principes arbitraires.

#### C O N S T R U C T I O N ,

P O U R éviter un trop grand détail , qui ne seroit pas du dessein de cet extrait , & qu'on reserve à un traité des Manieres de rendre les rivières navigables ; on donnera seulement

ment ici un plan géométral de cette Porte, avec un profil d'un de ses bras, sans entrer dans l'explication des planchers d'amont, d'aval, palées, &c. qu'on sçait être nécessaires à toutes Portes d'écluses, aux pertuis, vannes des Moulins, &c.

Ayant donc supposé l'excavation telle qu'elle doit être, & les deux planchers d'amont & d'aval propres à l'emplacement de cette Porte tant ouverte que fermée, avec toutes les conditions requises pour empêcher que l'eau ne passe pardessous, ni n'endommage les palées du Canal, on se contente de marquer ici, que ces deux planchers sont continus & réduits comme en un seul, étant joints par une plateforme commune à tous deux & en faisant partie.

Cette plateforme est représentée ici par quatre lignes ponctuées, & marquée *A. B. B. A.*

Elle est faite de quatre pièces de bois courbes, mises bout à bout, & faisant ensemble 48. pieds de long sur 18. pouces de large. Son cintre est de deux portions de cercle qui se rencontrent au milieu du Canal aux points *B. B.* & dont les centres sont environ 30. pieds au dessous, & un peu en dehors de son alignement. Ce canal est ici marqué par les deux lignes parallèles ponctuées *c. c. c. c.*

Dans chacun de ces deux centres est enfoncé un gros pieu de 15. à 16. pieds de long sur 18. à 20. pouces de gros, dont il ne reste hors de terre qu'environ deux pieds & demi de long, arrondis en tourillon de 10. pouces de diamètre. Ces deux pieux sont les pivots de la Porte marquez *P. P.* On a même trouvé plus à propos depuis quelque tems (au lieu d'épargner ce tourillon sur l'épaisseur du bois) de couper tout ras la tête du pieu & d'y placer au centre un pivot de fer d'environ 4. pouces de diamètre ou peu plus.

*Voici maintenant en quoi la seule Porte consiste.*

ELLE a deux battans, chacun desquels est composé de deux grands bras & deux petits.

Les grands bras marquez *D. D. D. D.* sont des pièces de bois de 30. pieds de long sur 10. à 12. pouces en quarré

joint & liez ensemble avec de grosses frettes & des bou-lons par le bout d'en bas ; & s'écartant par celui d'en haut de 5. à 6. pieds. A quelque peu plus d'un pied de l'extré-mité de leur union , ils sont entaillez en sorte qu'ils forment un trou rond dans lequel entrent les tourillons des pivots. Par leurs bouts écartez , ils sont emmortoisez à deux courbes de bois de 12. à 13. pieds de long sur 7. pouces en quarré , marquées *EE* , qui sont cintrées comme la plateforme , & se rencontrent de même aux points *B. B.* quand la Porte est formée. Et de part & d'autre ils sont aussi attachez aux courbes par des liens emmortoisez *F.*

A quelques 10 pieds loin des courbes , les bras sont entretenus par des entretoises *GG* , & de même aussi à environ 8. à 9. pieds de l'extrémité de leurs bouts d'enbas.

Environ à 6. pieds de leur extrémité d'enbas , s'élèvent aussi deux autres moindres bras , dont les tenons d'enbas entrent dans les mortoises *H* ; & s'écartant ensuite par un angle fort aigu , montent par leur autre bout d'environ 4. pieds plus haut , & s'emmortoisent dans une autre courbe élevée parallèlement au dessus de la première. Ils sont encore soutenus par des poteaux montans , emmortoisez sur les grands bras aux endroits *I.*

On voit un de ces petits bras joint au grand & à une coupe des courbes hautes & basses au profil dont on parlera cy-après.

Comme les grands bras sont attachez par des liens à des courbes basses qui posent sur la plateforme , les petits sont aussi attachez par de pareils liens à des courbes plus hautes de 4. pieds que celles-là , & sont de même entretenus par une entretoise comme celle de *G.*

Ces courbes hautes & basses sont assemblées avec des poteaux montans & des liens emmortoisez dans chacune. On voit la place de ces mortoises en 12. endroits de ces courbes basses.

Contre ces courbes sont attachées verticalement du côté de leur convexité des planches , qui sont comme une section de tambour : & c'est par là que l'eau se soutient

élevée sur les planchers d'amont & d'aval. On leur donne 6. à 7. pieds de haut ou plus, selon qu'on a d'eau à soutenir à proportion des palées & Chambords du Canal.

On voit une de ces planches au profil, marquée *e. e.*

Les deux poteaux montans qui sont aux extremités de chaque courbe portent chacun en bas une roulette ou cylindre de 10. pouces de diametre sur 7. de long. Et c'est par ces 4. roulettes que la porte tourne sur la plateforme. On voit une de ces roulettes au profil marquée *j.*

Au bas des planches par le devant (ou amont l'eau) on applique de petits ais couchez sur le chant & attachez par des couplers, en sorte qu'ils jouënt comme le couvercle d'un coffre, & battent sur une tringle de bois élevée & clouée sur la plateforme suivant son cintre tout du long. De sorte que par ce moyen l'eau ne peut entrer sous la porte par les intervalles des roulettes; & cependant quand il s'arrête au devant ou au-dessous de ces ais quelques herbes, sables, bois, ou autres matieres, on les fait passer dans un moment sous la Porte, en élevant ces petits ais avec une chaîne ou un crocher.

Pour ouvrir & fermer la porte facilement, on met à droite & à gauche un treuil ou cabestan vertical assez près du bord du canal. Autour de ce treuil est une chaîne de fer, dont les deux bouts sont attachez proche l'un de l'autre sur la courbe d'en haut, après avoir fait un tour sur un rouleau ou une poulie attachée à la palée; & par ce moyen un homme seul tournant par un levier le cabestan en un sens ouvre la porte, & par l'autre sens il la referme en très-peu de tems.

Chaque battant de la Porte quand elle est ouverte se place dans une excavation aussi basse que les planchers, représentée par les triangles de lignes ponctuées *A. K. L.* On nomme cet emplacement *l'étang*, parce que l'eau n'y a point de cours.

Pour empêcher que les bateaux ne heurtent les pivots, on a au-devant deux pieux *Q. Q.*, qui sont nommez, *pieux de garde ou défense.*

On peut faire aussi, & l'on a fait quelquefois cette Porte simple, c'est-à-dire, à un seul battant qui barre toute la largeur du canal. Elle n'a que deux grands bras aux extrémités, c'est-à-dire, à droite & à gauche, & deux autres plus courts entre ces deux là, aboutissans seulement à une entretoise qui entretient les premiers; & du reste peu différente de construction, dont il n'est pas nécessaire de parler ici, parce que la précédente est beaucoup meilleure. Cette simple n'a qu'une seule vanne cintrée de toute la largeur du Canal; elle tourne aussi autour d'un seul pivot, & n'a besoin que d'un étang pour se placer quand elle est ouverte. Mais quoique ce seul pivot doive soutenir tout l'effort de l'eau du Canal, au lieu que la Porte à deux battans a deux pivots qui ne soutiennent chacun que la moitié de cet effort, la simple ne laisse pas d'être excellente, & peut être nécessaire en certaines rencontres, où l'on ne pourroit avoir d'étang que d'un côté.

*Explication du Profil d'un des battans qu'il faut s'imaginer être élevé sur le plan géométral des autres.*

*aa*, *DDIR* est l'assemblage du grand & du petit bras avec un des poteaux montans de la Porte, qui est marqué *R*.

*H*, est le lieu de la mortoise marquée au plan de la Porte : *I*, un des poteaux montans qui entretient les deux bras haut & bas.

*P*, est un des deux gros pieux servant de pivots à la Porte : *T* en est le tourillon.

*M*, est une moise de deux larges pieces assemblées par le côté pour embrasser ensemble le tourillon,

*N*, est un des deux pieux qui entretiennent la moise par des échancrures, & servent avec la moise à affermir d'autant plus le pivot contre la pousée de l'eau que soutient la Porte.

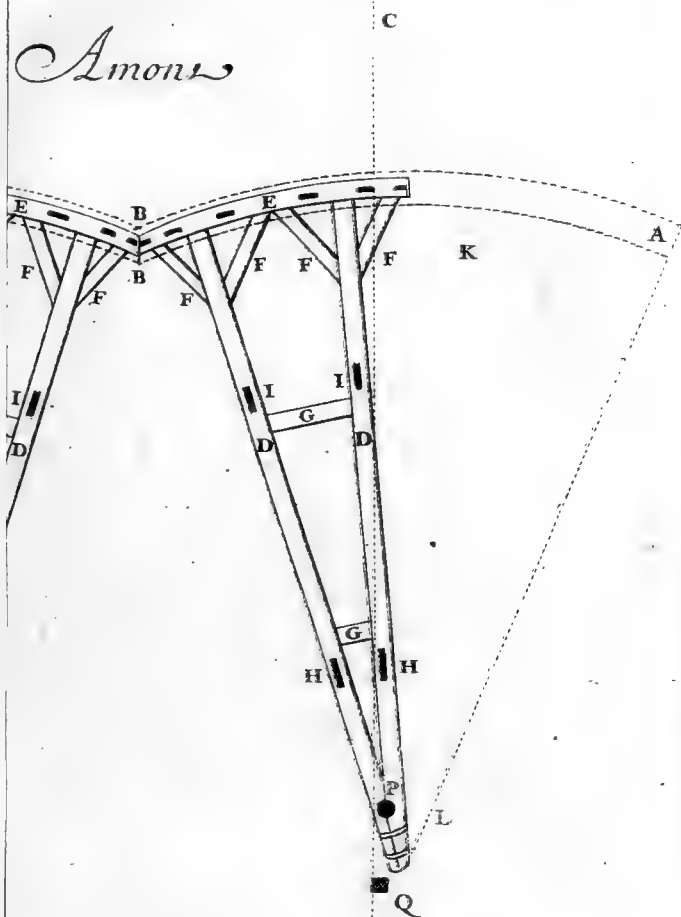
*j*, est une des quatre roulettes. Elles sont attachées au bas des poteaux montans par des écharpes & des boulons. Il s'en voit une autre à part.

*ee*, est une des planches qui font la vanne de la Porte.

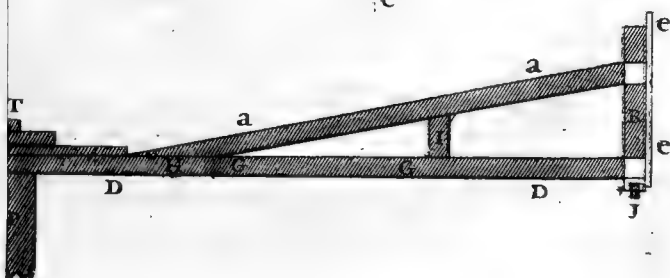




*Amon*

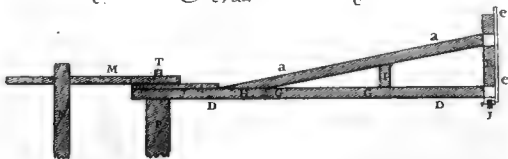
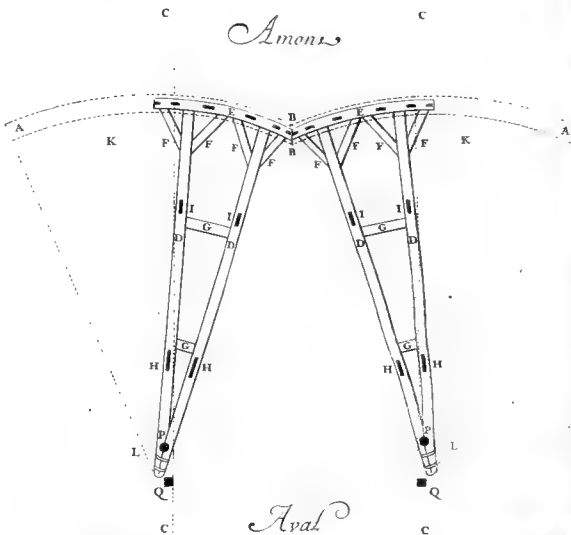


*Aval*



Echelle de 30 pieds

Mem. de 1799. page 68



## ESSAIS

## POUR EXAMINER LES SELS DES PLANTES.

Par M. HOMBERG.

**N**OUS observons que certains sels essentiels des plantes produisent dans le feu les effets du salpêtre; d'autres, les effets du sel commun: Ce qui donne lieu de croire, que ces sels pourroient bien contenir du vray salpêtre ou du vray sel commun, que les racines des plantes auroient succé de la terre, sans qu'ils eussent changé de nature, si ce n'est par le mélange de differens sels qu'une même plante auroit pû absorber.

16. May  
1699.

Mais comme nous voyons aussi, que deux plantes de différente nature étant plantées fort près l'une de l'autre, en sorte que leurs racines se mêlent dans la terre, ne laissent pas de conserver chacune leur odeur & leur saveur particuliere, quoique nourries d'un même suc nourricier, également bon pour l'une & pour l'autre plante; je me suis imaginé, que ce suc, après avoir été succé dans la plante, pourroit bien par quelque fermentation ou autrement changer la nature du sel qu'il auroit charrié dans la plante, en sorte qu'un sel purement nitreux y pourroit prendre la forme d'un sel marin ou même d'un sel volatile urineux, selon les organes & selon les fermens naturels de la plante. Pour m'éclaircir de ce doute, j'ai fait les expériences suivantes.

J'ai mis dans une grande cuve, de bonne terre noire de Jardin; j'ai lavé cette terre avec plusieurs eaux bouillantes pour la dépouiller de tous les sels qu'elle pourroit contenir; j'en ai ensuite rempli quatre caisses larges & plates; j'ai arrosé la terre de deux de ces caisses avec de l'eau dans laquelle j'avois dissous du salpêtre; en sorte que dans chacune de ces deux caisses, il étoit entré deux onces environ

de salpêtre , la caisse contenant à peu près deux cent livres pesant de terre.

Les autres deux caisses , je les ai laissées avec leur terre insipide , prenant bien garde qu'elles ne fussent arrosées qu'avec de l'eau toute pure , afin qu'il n'y entrât rien qui pût être soupçonné contenir quelque sel.

J'ai semé du fenouil dans l'une de ces caisses arrosées de nitre & dans l'une des caisses insipides ; & dans les deux autres j'ai semé du cresson de jardin.

L'une & l'autre graine dans les quatre caisses ont fort bien germé : je les ai arrosées d'eau de riviere tous les jours qu'il ne pleuvoit pas , & je les ai laissé croître jusqu'à ce que le cresson fût monté de sept ou huit pouces. Alors je l'ai arraché ; & après avoir ôté toute la terre des racines , il s'est trouvé vingt-cinq onces de celui qui étoit crû dans la terre insipide , & vingt-sept onces & demie de celui qui étoit crû dans la terre arrosée de nitre. J'ai goûté de l'un & de l'autre , tant de l'herbe que des racines , je n'y ai trouvé aucune difference.

Pour examiner au feu ces plantes encore toutes fraîches ; j'ai mis une livre & demie de chacune avec leurs racines dans une cornuë de verre ; j'ai mis ces deux cornuës en même tems dans les bains de vapeurs. J'ai donné d'abord un fort petit feu que j'ai augmenté lentement , pour séparer route l'humidité , ensuite de quoi je les ai poussées au feu de sable.

La liqueur aqueuse s'est trouvée à peu de grains près d'égale quantité ; elle n'a donné aucune marque d'acide depuis le commencement des distillations jusqu'à la fin.

Il y a eu un gros de sel volatile du cresson qui étoit crû dans la terre insipide , & soixante & quinze grains de celui dont la terre avoit été arrosée de salpêtre.

L'huile de l'un & de l'autre étoit encore à très peu près égale : sçavoir , de deux gros , vingt six grains de la terre insipide ; & de deux gros trente deux grains de la terre arrosée de nitre. Elle étoit fort épaisse de l'un & de l'autre.

Le sel fixe étoit fort lixiviel ; il y en avoit deux gros de la terre arrosée de nitre ; & un gros & soixante-sept grains de la terre insipide.

La différence est si petite dans les deux analyses de cette plante , qu'on la pourroit compter pour rien , parce que les vaisseaux plus ou moins bien luttez laissent échaper plus ou moins des principes volatiles , & la terre morte calcinée dans un feu plus ou moins violent , où les filtres de lixiviations ayant retenu un peu plus ou moins de lessive , feront trouver une petite différence dans les sels fixes. Si cependant on y veut faire attention , on remarquera que la terre arrosée de nitre a produit un peu plus d'huile , de sel volatile & de sel fixe que n'a produit la terre insipide ; peut-être , parce que le nitre dont une de ces terres a été arrosée , a contribué effectivement un peu de sel à la plante qu'elle a produite ; mais comme les mêmes lotions n'ont pas pû emporter plus de matiere graisseuse de l'une de ces deux terres que de l'autre ; & que cependant la terre nitreuse a produit un peu plus d'huile que n'a fait la terre insipide , il faut que le nitre ait servi de dissolvant à la graisse de sa terre , & qu'ainsi cette graisse a pû être sucée plus facilement par les racines de la plante.

Si l'on veut ajoûter à ceci , que la même quantité de graines a produit deux onces & demie moins pesant de cresson dans la terre insipide , quelle n'en a produit dans la terre arrosée d'un peu de nitre , l'on pourra juger , que si les sels ne sont pas absolument nécessaires pour la germination & pour l'accroissement des plantes , puisqu'elles ne laissent pas de se produire dans la terre désallée , que cependant ils aident à l'accroissement & à la force des plantes , puisque non seulement il s'y en est trouvé une plus grande quantité dans la terre arrosée de nitre ; mais aussi nôtre cresson de cette terre a rendu dans l'analyse plus de principes actifs , que n'a fait celui de la terre insipide.

J'ai laissé croître le fenouil plus long-tems que le cresson , avant que d'en faire l'analyse : sçavoir , jusques à ce qu'il commençât à montrer les boutons des fleurs ; il s'est

trouvé une différence fort considerable entre la quantité & entre le port de la même plante semée dans les deux caisses ; celle de la terre insipide étoit maigre , basse , d'un verd tirant un peu sur le jaune ; & étant arrachée de la terre , le tout n'a pesé que dix-neuf onces , au lieu que le fenouil de la terre arrosée de nitre se portoit bien , étoit d'un verd plus foncé , & s'étoit élevé d'un quart de sa hauteur au-dessus de l'autre , il y en avoit deux livres bon poids.

J'ai pris dix-neuf onces de chacune de ces plantes fraîches avec la racine , pour en faire l'analyse de la même maniere que j'avois fait celle du cresson. La liqueur aqueuse a été peu acide dans le commencement ; mais elle a toujours augmenté en acidité jusqu'à la fin ; le fenouil de la terre insipide en a rendu quinze onces , savoir près d'une once de plus que n'a fait l'autre.

Il est venu un gros & douze grains d'huile de celui de la terre arrosée de nitre ; & celui de la terre insipide en a donné 63. grains.

Il n'y a point eu de sel volatile ni de l'un ni de l'autre ; mais seulement une legere effervescence avec la dernière once de la liqueur aqueuse.

Le sel fixe a été peu lixiviel : il y en avoit trois gros de la terre arrosée de nitre , & deux gros & dix grains de la terre insipide.

L'une de ces deux dernières plantes a rendu plus de liqueur aqueuse & moins d'huile & de sel fixe que l'autre ; ce qui est provenu apparemment de ce que l'une étoit plus avancée , c'est à-dire , plus proche des fleurs que l'autre ; & cette différence se trouve ordinairement dans toutes les plantes selon qu'elles sont plus ou moins avancées en maturité , à quoi l'on pourroit ajouter encore que l'une étoit plus chetive que l'autre.

Il faut observer ici , que les graines de l'une & de l'autre caisse sont sorties de terre également bien , & que les jeunes plantes pendant plusieurs jours ont continué de croître de même , aussi bien le fenouil que le cresson :

Mais

Mais après un mois de croissance environ, j'ai commencé à m'appercevoir de la difference des deux caisses de fenouil; l'une profitant beaucoup, & l'autre restant quasi dans le même état, quoiqu'arrosées également. Je n'ai pas pu m'appercevoir de la même chose dans le cresson, l'ayant arraché trop tôt de terre pour en faire l'analyse: peut-être que le progrès de cette plante auroit été semblable à celui du fenouil, si je l'avois laissé croître plus long-tems; car il se trouva déjà plus de deux onces de cresson de moins dans la caisse insipide que dans l'autre.

Il y a beaucoup d'apparence que la jeune plante trouve de la nourriture & des forces dans son placenta, ou dans les deux gros lobes, que sa graine lui fournit; & que pendant tout le tems que ces deux lobes subsistent, elle n'a besoin que d'eau toute simple, qui étant portée par les racines dans ce placenta & s'y étant préparée, se répand de là dans le corps de la jeune plante comme une seve convenable. Mais lorsque ces lobes étant consumez, la plante cherche toute sa nourriture dans la terre, il faut que l'humidité qu'elle y trouve soit accompagnée de quelque matiere grasse & saline, qui puisse rester dans les fibres de la plante, pendant que la simple humidité aqueuse s'en évapore, autrement elle doit cesser de croître; & enfin elle doit perir, ce que je crois avoir été la cause pourquoi notre fenouil de la caisse désallée n'a pas continué de profiter comme celui de l'autre caisse.

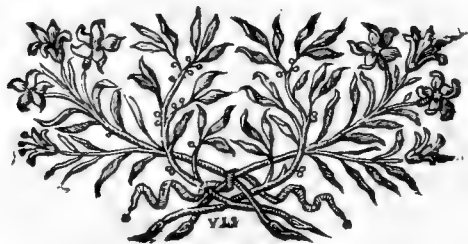
Il est vrai qu'il n'a pas tout-à-fait péri, aussi doit-on convenir, que les simples lotions, quoique faites avec de l'eau chaude, ne sont pas capables de désaler entièrement la terre, mais qu'elles en ôtent seulement les sels les plus aisés à dissoudre, & que par-là elles privent la plante de la partie la plus achevée de sa nourriture, en y laissant toujours ce que la terre pouvoit contenir de matiere grasse indissoluble par l'eau. Cette matiere est à la verité une des principales parties de la nourriture des plantes, mais elle devient inutile dans la terre, si elle n'est accompagnée de quelque sel qui lui serve de dissolvant, & la mette

en état d'être délaïée dans de l'eau , & ensuite succée par la racine , & portée dans la plante.

Nous observons dans les analyses de nos deux plantes , que le creffon quoiqu'arrosé de salpêtre , qui est un sel contenant beaucoup d'acide , n'a pas laissé de produire tous ses principes fort alcalins , sans donner aucune marque d'acide , non plus que lorsqu'on le fait venir sur une couche de terre mêlée de fumier , & que le fenouil semé dans de la terre désalée aussi bien que celui qui est venu sur la terre arrosée de salpêtre , a donné beaucoup d'acide dans tous ses principes , jusques dans son sel fixe qui étoit salin , c'est-à-dire , abreuvé d'une partie de l'acide de sa plante.

Où , ce qui revient au même , nous voïons par ces observations , qu'un sel qui contient beaucoup d'acide ayant été succé dans une plante de nature alcaline , ne produit aucun acide dans cette plante ; & qu'une plante qui est d'une nature acide , croissant dans une terre autant désalée qu'elle le peut être , ne laisse pas de donner beaucoup d'acide dans son analyse.

D'où nous pouvons conclure , que la plupart des sels contenus dans les plantes , s'y forment tels qu'ils y sont ; & que les sels qui se trouvent dans la terre , changent de figure dans les plantes , selon les organes & selon les ferments naturels qu'ils y trouvent.





# EXPLICATION DE QUELQUES EFFETS SINGULIERS

*Qui arrivent aux verres plans, comme sont les glaces  
de Miroir.*

Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.

**L**ORS QU'ON regarde un objet autravers d'un verre plan & bien poli de deux côtez, comme une glace de miroir, on ne s'apperçoit pas qu'il soit multiplié plusieurs fois : mais si c'est dans l'obscurité, & que l'objet soit un corps lumineux comme une chandelle, on la peut voir multipliée au moins quatre fois ; & l'objet multiplié paroît d'autant plus distinctement que le verre est plus oblique à la ligne qui est menée de l'œil à l'objet. Cette répétition de l'objet paroît tantôt d'un côté & tantôt de l'autre du corps lumineux, & ces apparences vont peu à peu en diminuant de vivacité à proportion qu'elles s'éloignent ; & enfin elles deviennent si foibles, qu'on ne peut plus les appercevoir. Mais il y a une position oblique du verre où la chandelle ne paroît point multipliée ; & il y a aussi des verres où l'on ne peut voir aucune multiplication de l'objet, quoiqu'il lui soit fort incliné.

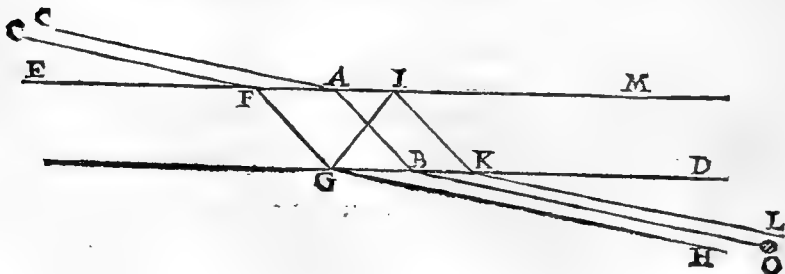
Je remarque d'abord, que cette apparence n'est sensible que lorsque le verre, quoique plan, n'est pas d'égale épaisseur par tout : Et comme les glaces de miroir ont presque toutes leurs surfaces ondées, ce qui vient de la manière dont on les polit, car elles sont ordinairement bien dressées & bien adoucies étant usées & frottées l'une contre l'autre ; c'est ce qui fait qu'on voit l'objet multiplié dans quelques positions de la glace, tantôt d'un côté & tantôt de l'autre, & dans quelques positions il ne paroît aucune multiplication au moins sensible.

Je dis maintenant, que la multiplication la plus distincte de l'objet lumineux se fait dans la ligne, qui est la se-

tion ou la rencontre d'un plan , qui passant par l'œil & par l'objet est perpendiculaire aux deux surface du verre tout ensemble , & que cette multiplication se fait par les différentes réflexions de la lumière au dedans du verre & par les réfractions en entrant & en sortant , comme je vais le démontrer.

Premierement , il est facile à connoître , que les rayons lumineux ne peuvent pas faire plusieurs tours & retours tant au dedans qu'au dehors du verre , si ce n'est dans des superficies planes , perpendiculaires à chaque surface du verre , & lesquelles passent par le raion au dedans du verre , puisque tous ces détours tant en réflexion qu'en réfraction , sont toujours dans un plan qui passe par la perpendiculaire à la surface qui fait la réflexion ou la réfraction ; & que puisqu'il y a deux surfaces , il y aura aussi deux perpendiculaires ; & si ces perpendiculaires sont dans un même plan , tous les raions , tant rompus que réfléchis , seront dans un même plan , & ils feront des angles plus obtus les uns avec les autres , que s'ils étoient sur des plans differens & inclinés les uns aux autres ; ce qui doit s'entendre seulement des raions , qui venant de l'objet peuvent rencontrer l'œil.

Je dis d'abord , que si le verre étoit d'égale épaisseur par tout , ou si la coupe de ses surfaces étoit deux lignes parallèles entr'elles sur un plan perpendiculaire au verre lequel passe par l'œil & par l'objet lumineux , cet objet ne pourroit point paroître sensiblement multiplié , pourvu qu'il fût considérablement éloigné du verre.



Soit la coupe du verre  $EMBD$ , dont les deux lignes  $EM, BD$ , sont paralleles ; que le point lumineux soit  $C$ , & l'œil  $O$ . Il est évident, que tous les raïons comme  $CA$ , qui venant de l'objet  $C$  rencontrent la surface du verre  $EM$ , se rompent & se detournent comme en  $AB$  en s'approchant de la perpendiculaire au dedans du verre suivant les regles de la réfraction, & sortent ensuite comme en  $BO$  ; de telle maniere que l'angle d'incidence  $CAE$  est égal à celui de sortie  $DBO$ , puisque l'angle rompu  $EAB$  est égal à  $DBA$ , à cause des surfaces paralleles. Ainsi l'œil étant en  $O$ , verra le point lumineux  $C$  par le raïon  $OB$  parallele à  $CA$ .

Si les surfaces ne sont pas paralleles, mais que la coupe  $EM, GD$ , soient deux lignes paralleles, ce sera à très peu près la même chose, puisque toute la difference ne sera que dans les raïons reflechis qui ne seront pas sur une même surface, ce qui ne fait rien à cette démonstration,

Mais par la même raison, si un autre raïon  $CF$  qu'on peut regarder comme parallele à  $CA$ , si le point  $C$  est à une distance considerable du verre, quoique l'espace  $AF$  soit assez grand, tombe sur la partie  $E$  de la surface  $EM$  du verre, il aura son raïon rompu  $FG$  au dedans du verre qui sera aussi parallele à  $AB$ , & celui comme  $GH$  qui sortira du verre étant aussi parallele à  $BO$ , ne pourra pas entrer dans l'œil  $O$ , à moins qu'il ne soit très-proche de  $BO$ , ce que je ne suppose pas ici. Ce seroit la même chose pour un autre raïon qui rencontreroit la surface du verre de l'autre côté de  $A$  vers  $M$ . Mais si une partie du raïon  $FG$  se réfléchit en  $I$  par les loix de la catoptrique, & si une autre partie encore de ce même raïon  $GI$  se réfléchit en  $IK$ , lequel sera aussi parallele à  $AB$  à cause des surfaces paralleles  $EM, BD$ , sort du verre en  $K$  étant rompu en  $KL$ , il est aussi évident que ce raïon  $KL$ , ou rencontrera l'œil en  $O$ , ou ne le rencontrera pas ; & s'il le rencontre, il ne fera pas une image differente de celle du raïon  $BO$ , puisqu'il entre dans la prunelle avec la même direction que  $BO$ , c'est pourquoi dans ce cas l'objet ne paroîtra point multiplié.

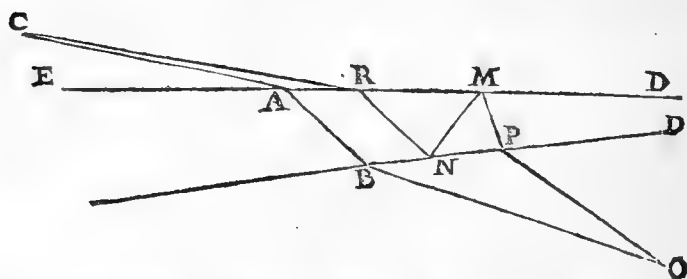
Mais si nous supposons que  $CF$  fasse l'angle  $CFE$  beaucoup plus obtus que l'angle  $CAE$ , il se pourra faire que le rayon  $KL$  qui fera aussi l'angle  $DKL$  égal à  $CFE$ , rencontrera l'œil en  $O$  sous une autre direction que  $BO$ ; ce qui formera une image du point lumineux, laquelle sera différente de celle qui se fait par le rayon  $BO$ .

Mais cette seconde image formée par  $KL$  sera assez foible, à cause que la plus grande partie des rayons se seront perdus en sortant du verre en  $G$  & en  $I$ .

Il faut remarquer, que si le verre n'est pas fort épais, ou que l'objet en soit assez éloigné, le rayon  $KL$  sera fort proche de  $BO$ , & par conséquent l'image formée par  $KL$  se confondra d'autant plus facilement qu'elle est plus foible, avec celle qui est formée par  $BO$ ; & qu'ainsi l'objet ne paroîtra pas sensiblement multiplié.

Il n'est pas nécessaire de démontrer que le rayon, qui venant du point  $C$  tomberoit sur la partie  $AM$  de la surface du verre, feroit un angle plus obtus que  $CAM$ , & ne pourroit jamais rencontrer l'œil après une ou plusieurs réflexions, puisqu'il s'écarteroit toujours de  $BO$  de plus en plus.

Maintenant si le verre est posé d'inégale épaisseur &



qu'il soit plus épais vers l'objet  $C$  que vers l'œil  $O$ . 1°. le rayon  $CABO$  qui viendra à l'œil après deux réflexions, y viendra par la ligne  $BO$ , qui étant prolongée rencontrera le rayon incident  $CA$ ; car le rayon  $AB$  rompu au dedans du verre étant plus perpendiculaire sur  $BD$  que

sur  $AM$  ; aussi le rayon  $OB$  fera avec  $AB$  un angle plus obtus que  $CA$  avec la même  $AB$  , c'est pourquoi  $OB$  étant prolongée rencontrera  $CA$  vers l'objet  $C$ . Et si la grandeur du verre n'empêche pas les rayons immédiats de l'objet  $C$  vers l'œil  $O$  , on verra l'objet  $C$  simplement hors du verre , & à côté l'objet au travers du verre par le rayon  $OB$ .

2°. Il y aura d'autres rayons comme  $CR$  , qui venant de l'objet  $C$  après une réfraction  $RN$  & deux réflexions  $NM$  ,  $MP$  , & une réfraction  $PO$  , pourront venir à l'œil  $O$ . Car supposant  $CR$  comme parallèle à  $CA$  ,  $RN$  fera aussi parallèle à  $AB$ . Mais la surface  $BD$  pouvant rencontrer la surface  $AM$  en  $D$  , le rayon  $NM$  sera plus perpendiculaire à la surface  $AM$  que le rayon  $NR$  , ce qui ne merite pas d'être démontré ; & le rayon  $MP$  faisant l'angle  $PM D$  égal à l'angle  $NMA$  , l'angle  $MPD$  fera moins obtus que l'angle  $RND$  ou bien  $ABD$  : c'est pourquoi le rayon rompu  $PO$  faisant l'angle  $DPO$  plus grand que l'angle  $DBO$  , il pourra rencontrer  $BO$  au point  $O$  qui est l'œil.

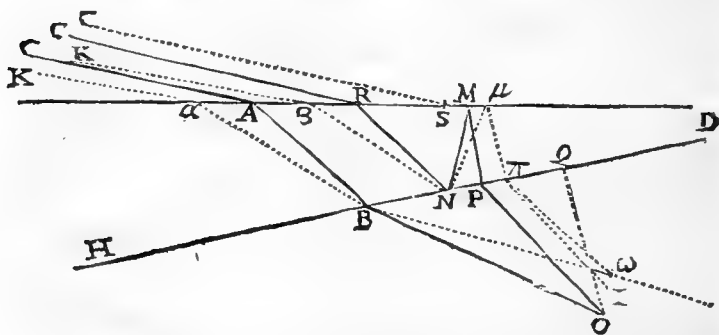
On trouvera de même d'autres rayons incidens comme  $CR$  , qui rencontrant la surface  $AD$  au-delà de  $R$  vers  $D$  , & après deux réfractions tant en entrant qu'en sortant & 4. ou 6. ou 8. réflexions au dedans du verre , pourront tomber au même point  $O$  , ce qui fera voir l'objet autant de fois multiplié qu'il y aura de ces differens rayons qui viendront à l'œil  $O$ . Et ces rayons viendront à l'œil de la même maniere que si l'objet lumineux étoit placé dans les rayons  $OP$  prolongés à une distance du point  $O$  égale à la somme de tous les rayons  $OP$  ,  $PN$  ,  $MN$  ,  $NR$  ,  $RC$  ; car ils entreront dans l'œil avec la même direction , que s'ils venoient effectivement d'un point placé à cette distance.

On connoît par ce que je viens de démontrer , que les dernieres images de l'objet qui sont celles qui viennent à l'œil après un plus grand nombre de réflexions & par conséquent après un plus grand chemin , paroîtront plus petites que celles qui sont plus proche de la premiere  $OB$ .

à cause que venant comme de plus loin , les raïons entrent dans l'œil plus paralleles entr'eux , ce qui fait paroître ou juger l'objet plus éloigné ; & la foiblesse de l'image des objets les plus éloignez de  $OB$  , contribuë aussi beaucoup à les faire paroître plus petits.

Il est aisé à voir , que les raïons qui viennent à l'œil après un plus grand nombre de réflexions au dedans du verre , doivent paroître beaucoup plus foibles que ceux qui y viennent après un moindre nombre : puisque à chaque rencontre que fait le raïon de l'une des superficies interieures , la plus grande partie des raïons sort du verre ; & comme il y en a très-peu qui se réfléchissent , aussi les derniers qui sortent & qui ne sont que partie de ceux qui sont réfléchis , doivent être très foibles : c'est aussi pour cette raison , que si le corps n'étoit pas lumineux , & si ce n'étoit pas dans l'obscurité , on n'apercevrait aucune multiplication.

Il faut maintenant démontrer , pourquoi il paroît une plus grande distance entre chaque objet multiplié , lorsque le verre est plus oblique au raïon qui va de l'objet à l'œil , que lorsqu'il est moins oblique.



Soit le raïon  $CABO$  qui rencontre l'œil en  $Q$  après deux réfractions , l'une en entrant & l'autre en sortant du verre ; & un autre raïon  $CNMPO$  , qui vient aussi à l'œil en  $O$  après deux réfractions & deux réflexions dans le verre

le verre. Soit aussi un autre rayon  $K\alpha$  d'un autre point lumineux  $K$ , qui soit plus incliné au verre que  $CA$  & qui passe par  $K'\alpha B\omega$ , & un autre  $K\rho N\mu\pi\omega$ , qui venant aussi de  $K$  après deux réfractions & deux réflexions, rencontre  $B\omega$  en  $\omega$  où seroit l'œil; je dis que l'angle  $B\omega\pi$  est plus grand que l'angle  $BOP$ , & par conséquent les deux images qui viennent à l'œil par les rayons  $OB$ ,  $OP$ , & leurs ordonnées paroîtront moins éloignées ou écartées l'une de l'autre, que celles qui se formeront par les rayons  $\omega B$ ,  $\omega\pi$ .

Le rayon  $\alpha B$  dans le verre fait avec  $AB$  l'angle  $\alpha B A$  plus petit que l'angle  $\omega B O$  formé par les mêmes rayons rompus en sortant du verre, ce qui est connu par la dioptrique; car les rayons comme  $BO$  qui sont les rompus des incidens  $AB$ , s'approchent beaucoup plus vite de la surface du verre  $BD$ , que les incidens dans le verre ne font de la même surface  $HB$ . Mais la ligne  $\rho N$  étant comme parallèle à  $\alpha B$ , à cause que nous supposons les rayons  $K\alpha$ ,  $K\rho$  aussi comme parallèles, il s'ensuit que l'angle  $\rho N R$  sera égal à l'angle  $MN\mu$ , par conséquent la différence des angles,  $DMP$ ,  $D\mu\pi$  sera aussi égale à l'angle  $\alpha B A$ .

Mais les rayons  $MP$ ,  $\mu\pi$ , étant plus perpendiculaires à la surface  $BD$  que  $AB$  &  $\alpha B$ , les rayons rompus  $PO$  &  $\pi\omega$  feront entr'eux un angle plus petit que l'angle  $OB\omega$ ; & si l'on mène  $\pi I$  parallèle à  $PO$ , l'angle  $I\pi\omega$  sera égal à celui qui est compris par les rayons  $PO$  &  $\pi\omega$ , lequel sera plus petit que l'angle  $OB\omega$ ; ce qui est évident par la raison que j'en viens de donner cy devant.

Maintenant à cause des angles externes égaux aux deux internes opposez dans les triangles, l'angle  $D\pi\omega$  moins l'angle  $DB\omega$  sera égal à l'angle  $\pi\omega B$ ; & l'angle  $DPO$  moins l'angle  $DBO$  sera égal à l'angle  $POB$ : mais la différence entre l'angle  $D\pi\omega$  &  $DPO$  ou  $D\pi I$  son égal, qui est l'angle  $I\pi\omega$  a été démontrée cy-dessus plus petite que l'angle  $OB\omega$ : c'est pourquoi si de l'angle  $D\pi\omega$  on en ôte l'angle  $DB\omega$ ; & si du même angle  $D\pi\omega$  plus l'angle  $\omega\pi I$ , on ôte l'angle  $DB\omega$  & l'angle  $\omega OB$  qui est plus grand que  $\omega\pi I$ , comme on a démontré, il s'ensuit que le premier

reste est plus grand que le second, puisque dans le second on ôte plus qu'on n'ajoute, mais le premier reste est égal à l'angle  $\pi \omega B$  & le second égal à  $P O B$ , dont l'angle  $\pi \omega B$  est plus grand que l'angle  $POB$ , ce qu'il falloit démontrer.

Ce sera la même chose pour tous les autres angles faits comme  $\pi \omega B$  par des raïons incidens qui tomberont vers  $D$ .

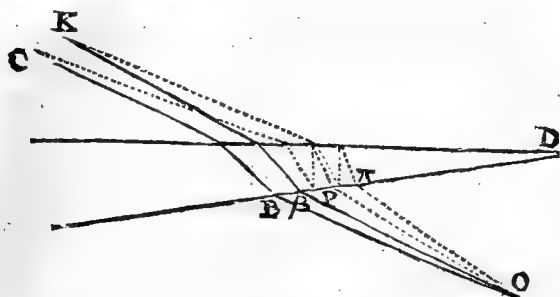
L'expérience confirme ce que je viens de démontrer des images qui paroissent par les raïons  $OB$ ,  $OP$ ,  $OQ$ , &c. lesquelles sont formées par les raïons incidens  $CA$ ,  $CR$ ,  $CS$ , & ceux qui sont de la même ordonnance, ou qui venant d'un même point de l'objet lumineux, peuvent entrer dans la prunelle : car si l'on applique un papier sur la surface du verre  $AD$ , & qu'on le fasse avancer de  $D$  vers  $A$ , lorsque le papier couvrira l'endroit  $S$  du raïon incident  $CS$ , on verra disparaître l'image lumineuse en  $Q$ . Ensuite quand il sera venu en  $R$ , la lumière en  $P$  disparaîtra à son tour, & ainsi de suite. Et l'on remarquera qu'il ne faut pas avoir égard à l'image du papier qu'on voit doublée à cause de la réfraction, ce qu'on ne voit pas hors de l'obscurité; mais c'est un cas particulier que j'expliquerai ensuite.

Les distances entre les images  $B P Q$  paroissent à très-peu près égales entr'elles; car ces images sont formées par des rayons réfléchis qui se surpassent de suite de deux, & les rayons incidens  $CA$ ,  $CR$ ,  $CS$ , qui les forment, sont très-proches les uns des autres: mais cette apparence ne peut être que lorsque les surfaces du verre sont à peu près planes; car si l'une ou si toutes deux sont courbes, les distances entre les images paroîtront fort inégales; ce qui est facile à connoître par la disposition des rayons qui peuvent venir à l'œil.

J'ai déjà démontré, que les images paroissent plus foibles à proportion qu'elles sont plus éloignées de celles qui sont plus proche de l'objet lumineux par la quantité des rayons qui s'échappent hors du verre; & j'ai dit aussi qu'elles paroissent plus petites à cause qu'elles viennent à l'œil comme si elles étoient plus éloignées, mais je démontre à pré-



font qu'elles paroissent plus larges à proportion qu'elles sont plus écartées de l'objet lumineux, ce qu'il faut toujours entendre des images multipliées dans le plan, qui passant par l'objet & par l'œil est perpendiculaire aux deux surfaces du verre.



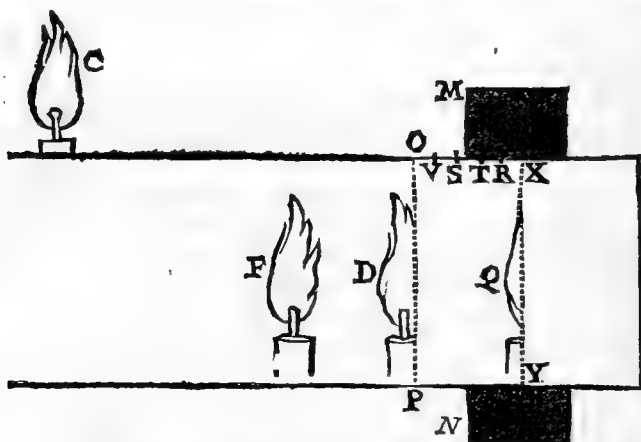
On expliquera ce Phénomene comme les précédens. Car les rayons qui vien-

nent à l'œil  $O$  des deux points  $C K$  qui sont aux deux côtes du corps lumineux, après deux réfractions seulement sont plus inclinés à la surface du verre qui est tournée vers l'œil, que ceux qui y viennent après deux réfractions & deux réflexions au dedans du verre ; ce qui paroît par la figure & par ce qui a été démontré cy-devant. Mais puisque les rayons plus inclinés à la surface  $BD$  font des angles bien plus aigus à proportion qu'ils s'approchent de la surface du verre, que ne sont ceux d'inclinaison, à cause que les réfractions suivent la proportion des sinus des angles d'inclinaison ; il s'ensuit que les rayons  $OB$ ,  $O\beta$  feront un angle  $BO\beta$  bien plus aigu à proportion que les rayons  $OP$ ,  $O\pi$  qui comprennent l'angle  $PO\pi$ . Car le rayon  $O\beta$  doit être plus incliné par rapport à son rayon incident, que le rayon  $O\pi$  par rapport à son incident : ainsi l'angle  $BO\beta$  sera plus aigu à proportion de la longueur du rayon qui va jusqu'à l'objet par le point  $B$  & par ses détours au dedans du verre, que l'angle  $PO\pi$  à proportion de la longueur du rayon qui va à l'objet par le rayon  $OP$  & par tous ses détours. Donc enfin l'image représentée à l'œil par l'angle  $PO\pi$  paroîtra plus large que celle qui est représentée par l'angle  $BO\beta$  à proportion de la hauteur de ces

images. Car la hauteur de l'image du corps que j'ai supposé être une chandelle, doit diminuer seulement dans la proportion des chemins que font les rayons tant au dedans qu'au dehors du verre pour venir jusqu'à l'œil, puisque la coupe du verre qui détermine la plus grande inclinaison de ses surfaces est supposée horizontale.

On doit remarquer, que dans tout ce que j'explique ici des rayons qui viennent des points d'un objet comme  $CK$ , je ne parle que des rayons principaux; quoi qu'il faille toujours concevoir une ordonnance des rayons de ces mêmes points qui viennent tous à l'œil pour entrer dans l'ouverture de la prunelle, lesquels font comme des cones ou pinceaux, comme quelques-uns les appellent, qui s'assemblent sur la retine pour faire la peinture de l'objet; car il est démontré dans la dioptrique, que le point où ils s'assemblent après leurs réfractions dans l'œil est toujours sur l'un de ces rayons qu'on appelle le principal.

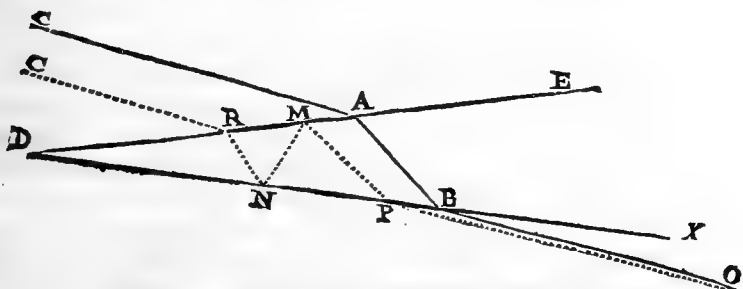
Pour ce qui est du papier qui cache les images multipliées à mesure qu'il s'avance, comme je l'ai dit ci-devant,



il est certain qu'on ne pourroit point voir son bord  $MN$  multiplié, si ce n'étoit le corps lumineux qui le fait paroître comme on peut voir dans cette figure. Car si le pa-

pier  $MN$  commence à cacher les rayons incidens  $VT$  qui font voir la largeur de l'image  $D$  de la chandelle, le bord du papier qui paroîtra en  $OP$  cachera aussi une partie de cette image, comme la figure le représente; mais si le même bord du papier  $MN$  cache la plus grande partie des rayons  $SR$  qui font voir l'image  $Q$ , il est évident qu'on ne verra qu'une petite partie de cette image comme en  $Q$ , où l'on appercevra l'image du bord du papier qui la cache, laquelle on ne pourroit pas appercevoir sans la lumière qui paroît en  $Q$ .

Il me reste maintenant à démontrer comment se fait la multiplication de l'objet, lorsque l'angle de la coupe du verre est tourné vers l'objet lumineux; mais après ce qui a été dit cy-devant, la seule figure peut faire entendre ce qui doit arriver.



Soit donc la coupe du verre  $EDB$  dont le concours des surfaces en  $D$  soit tourné vers l'objet  $C$ , & l'œil soit placé à l'opposite vers  $O$ . Soit premièrement le rayon incident  $CA$  qui s'étant rompu dans le verre en  $AB$  en y entrant, & s'étant encore rompu en  $BO$  en sortant, vient à l'œil  $O$ ; je dis que quand le verre seroit coupé en  $B$  & que la partie  $BD$  seroit ôtée, on ne pourroit pas voir pour cela l'objet  $C$ .

Car le rayon  $AB$  au dedans du verre étant plus incliné sur la surface  $DB$  que sur  $DAE$ , l'angle  $ABO$  sera moins obtus que l'angle  $BAC$ ; c'est pourquoi le rayon  $CA$  courra avec le rayon  $OB$  vers  $O$ , & par conséquent il ne

pourra y avoir aucun raïon direct qui vienne de l'objet  $C$  à l'œil  $O$ .

Mais il est aussi évident que tous les raïons qui venant de l'objet lumineux  $C$  & rencontrant la surface du verre vers  $E$ , ne pourront jamais venir à l'œil qu'on suppose placé dans le raïon  $BO$ , après deux ou plusieurs réflexions dans le verre, puisqu'ils seront toujours inclinez de plus en plus à la surface  $DB$ , & par conséquent ils sortiront du verre en s'écartant du raïon  $BO$ : Ce seront donc les raïons qui tombent sur  $AD$  vers le concours des surfaces du verre qui pourront faire la multiplication de l'objet.

Car en second lieu, soit le raïon incident  $CR$  qui venant de l'objet lumineux  $C$  comme parallele à  $CA$ , rencontre la surface  $DA$  en  $R$ , le raïon rompu  $RN$  sera donc aussi comme parallele au raïon rompu  $AB$ ; mais le raïon réfléchi  $NM$  sera plus incliné à la surface  $DA$  que  $NR$  & contrepesé de la quantité de l'angle  $D$  des deux surfaces du verre, comme je l'ai démontré dans le premier cas: c'est pourquoi le raïon réfléchi  $MP$  fera l'angle  $EMP$  plus aigu que l'angle  $ERN$  ou son égal  $EAB$ ; donc le raïon  $MP$  en sortant du verre par  $PO$  fera l'angle  $XPO$  plus aigu que  $XBO$ ; & par conséquent  $PO$  pourra rencontrer  $BO$  au point  $O$  où est l'œil dans le raïon  $BO$ .

Ce sera la même chose pour les autres raïons qui venant aussi de l'objet, pourront rencontrer l'œil après deux réfractions & 4. ou 6. réflexions au dedans du verre, ce qui ne merite pas d'être expliqué plus au long.

Si l'on fait aussi avancer un papier sur la surface du verre de la partie  $E$  vers  $A$ , on verra que la plus forte image formée par le raïon  $CA$  disparaîtra la première & les autres ensuite, à mesure que le bord du papier s'avancera vers  $D$ ; & l'on verra aussi l'image du papier multipliée comme dans le cas précédent. Car dans la même figure, si le bord du papier  $MN$  couvre la plus grande partie de l'espace  $SR$  qui comprend les raïons qui forment l'image  $Q$ , aussi l'image  $XT$  du bord du papier paroîtra cacher la plus grande partie de l'image  $Q$  du corps lumineux. Et si

le même bord du papier *MN* dans la même position couvra aussi une partie de *VT* par où entre les raïons qui forment l'image *D*, on verra aussi le bord du papier représenté en *OP* qui couvrira une partie de l'image *D*, ce qui est facile à entendre.

Pour ce qui regarde la grandeur des images multipliées dans ce second cas, ce sera la même chose que dans le premier, c'est pourquoi je n'en parlerai pas.

C'est par le moyen de cette multiplication des objets, qu'on peut connoître les différentes épaisseurs d'un morceau de glace de miroir, dont on se sert pour travailler les grands verres de lunette d'approche, & d'une maniere bien plus sûre & plus juste que par toutes les mesures qu'on en peut faire.

Mais pour rendre cette explication plus complete, il faut encore examiner comment se fait la multiplication de l'objet, lorsqu'il est placé du même côté que l'œil à l'égard de la même surface du verre.

Il n'y a personne qui ne sçache, que lorsqu'on regarde une chandelle qui est posée proche de la glace d'un miroir, laquelle est étamée, l'œil étant aussi proche de cette glace, on voit l'image de la chandelle multipliée plusieurs fois. Il est très facile d'en voir la raison; car la surface anterieure de la glace réfléchit la premiere image, & l'autre renvoie la seconde après deux réfractions des raïons en entrant & en sortant de la glace, & une réflexion sur l'étain. Mais ce qui est plus difficile à connoître, c'est la raison pourquoi il paroît plus de deux images. On ne sçauroit douter que cette experience & son explication ne servent de preuve à ce que j'ai avancé cy-devant des raïons lumineux qui se réfléchissent au dedans du verre en rencontrant ses surfaces, quoiqu'elles ne soient point étamées. Il est facile à voir, que si la glace est étamée, tous les rayons qui entreront dans le verre, ne pourront pas en sortir, & qu'ils doivent tous se réfléchir, & par conséquent que l'image qui se formera par cette réflexion & après deux réfractions, sera beaucoup plus vive que celle qui se fait par la seule

réflexion sur la surface antérieure, à cause que dans celle cy la plus grande partie des raïons ayant pénétré au dedans du verre, ne peuvent pas en sortant rencontrer la prunelle de l'œil, si les réfléchis seulement l'ont rencontrées, & sur tout si le verre a un peu d'épaisseur. Mais comme il arrive la même chose à une glace qui n'est pas étamée qu'à celle qui l'est, & qu'il y a quelques observations particulieres qu'on peut faire sur celle qui ne l'est pas, lesquelles ne se rencontrent pas dans celle qui l'est, j'expliquerai seulement ici ce qui arrive à une glace qui n'est pas étamée.

Puisque les différentes images d'un même objet doivent se former par des raïons qui ont différentes inclinaïsons à l'œil, il faut nécessairement que ces raïons viennent de différens endroits de la surface de la glace, ce qui ne peut être sans que les premiers raïons incidens d'un même point ne soient différens entr'eux, nous supposons que les surfaces de la glace sont planes & paralleles entr'elles; & ces différentes inclinaïsons des raïons ne peuvent rencontrer la prunelle qui est comme un point, qu'après plusieurs réflexions au dedans du verre. Mais si ces raïons qui sortent du verre, sont comme paralleles entr'eux, ce qui arrive lorsque l'objet est assez éloigné de l'œil & que la glace est d'égale épaisseur, ou bien lorsqu'ils sont sur un même plan, qui étant également incliné d'un côté & d'autre aux surfaces de la glace, & passant par l'œil & par l'objet, fait des sections paralleles entr'elles, il est évident, comme je l'ai déjà démontré, que les raïons d'un même point ayant souffert plusieurs réflexions au dedans du verre, ne pourront pas rencontrer l'œil; il n'y aura donc dans ce cas qu'une seule image formée par ces sortes de raïons. Mais si dans le même cas des surfaces paralleles, l'objet est proche de l'œil & du verre, il pourra tomber sur la surface du verre, des raïons d'un même point de l'objet assez diversement inclinez pour former plusieurs images, comme l'expérience le fait voir.

Si le verre est d'inégale épaisseur, & que les lignes  
droites

droites qui font la section du verre par un plan perpendiculaire à ses surfaces en passant par l'œil & par l'objet concourent d'un côté ou d'autre, on verra toujours plusieurs images de l'objet, au moins si c'est un objet lumineux, & pendant la nuit, puisqu'à quelque distance de l'œil que l'objet soit placé, il se trouvera plusieurs raïons qui venant comme paralleles entr'eux d'un même point de l'objet, & ayant souffert plusieurs réflexions au dedans du verre, en sortiront avec différentes inclinaïsons qui formeront différentes images, ce qui n'a pas besoin d'explication, après ce que j'en ai déjà dit cy-devant, & ces images se trouveront tantôt d'un côté & tantôt de l'autre, par raport à celle qui se fait par une seule réflexion suivant que l'angle d'inclinaïson du verre sera, ou vers l'œil ou vers l'objet.

On peut aussi par ce moyen connoître avec une très-grande justesse, si les glaces polies des deux côtez sont d'une même épaisseur, quoique dans un très-petit espace; ce qui ne seroit pas possible de remarquer avec les meilleurs compas d'épaisseur. Car si l'on regarde sur la surface d'une glace l'image d'une ligne claire à l'obscurité, ou d'un trait noir au jour & qui soit dans une assez grande distance, & que l'œil & l'objet soient du même côté de la surface, & de plus qu'en tournant en différentes manieres le morceau de glace, on n'apperçoive cette image que simple dans une seule position, on peut s'assurer que le morceau de verre est d'égale épaisseur suivant la disposition de la ligne claire ou obscure, & qu'il est d'inégale épaisseur dans tout autre sens, dont le plus grand angle sera dans la section qui coupera perpendiculairement l'image de cette ligne. Aussi dans toute autre position du verre que celle où l'image de la ligne est simple, on la verra double; & elles paroîtront plus éloignées l'une de l'autre, lorsqu'elles couperont à angles droits la position où elle paroïsoit simple.

On remarquera aussi, que l'une des deux images du trait paroît beaucoup plus vive que l'autre, & que c'est





& une seconde réfraction en  $G$ , sort au point  $G$  entre  $D$  &  $M$ ; car ce rayon rompu en  $G$ , pourra rencontrer l'œil en  $O$ , à cause que l'inclinaison  $HGO$  est toujours plus grande que  $BEM$ , ou  $BDM$ , ou  $ODH$ , comme on vient de le démontrer; c'est pourquoi l'image la plus foible qui est formée par le rayon  $OG$  qui a souffert deux réfractions & une réflexion, paroîtra en  $G$  vers la partie  $M$  qui est la plus mince du verre.

La démonstration sera la même, si la partie la plus mince du verre est tournée vers l'œil.

## POUR EMPECHER

## QUE L'HUMIDITE' DE L'AIR DE LA NUIT

*ne s'attache au verre objectif des grandes lunettes.*

Par M. DE LA HIRE, à l'observatoire.

**I**L faut prendre deux ou trois grandes feuilles de gros papier gris broüillard bien sec, & en former un bout de tuyau d'un pied ou d'un pied & demi qui soit appliqué au bout du tuyau de la lunette au delà de l'objectif. Ce tuyau de papier arrête toutes les vapeurs qui pourroient s'attacher au verre; & par ce moyen on peut le conserver longtemps sans qu'il s'y attache d'humidité.

27. May,  
1699.

## RAPPORT GENERAL

## DES FORCES QU'IL FAUT EMPLOYER

dans l'usage de la Vis.

Par M. VARIGNON.

**L'**EXAMEN qu'on fait d'ordinaire de la vis, est fondé sur trois suppositions. La premiere, que la direction de la puissance qui lui est appliquée, est dans un plan perpendiculaire à son axe; la seconde, que cette direction est

30. May,  
1699.

aussi perpendiculaire à la droite tirée dans ce plan , du point d'application de cette puissance par l'axe de la vis ; & enfin la troisième , que la direction de la charge de la vis ou de son écrouë ; c'est à dire , de ce qui agit contre la puissance , est parallele à cet axe.

Mais ayant remarqué depuis quelques années à la Campagne pendant les Vendanges , que de plusieurs hommes appliquez aux leviers qui servent à faire tourner la vis de chaque pressoir , il n'y en avoit presque pas un dont la direction fût dans un plan perpendiculaire à l'axe de cette vis , ni même perpendiculaire à son levier , s'appuyant presque tous sur ces leviers & contre tout ce qu'ils pouvoient rencontrer , avec les efforts dirigez de toutes parts suivant des lignes différemment inclinées à l'horizon & à ces leviers : Cette contrariété aux deux premières des trois suppositions précédentes , me fit aussi repenser à la troisième ; & voyant qu'elle peut de même varier en mille manieres différentes , comme lorsque la vis est oblique à l'horizon , & que sa charge ou celle de son écrouë est un poids , &c. Je m'avisai enfin de rechercher le tout en général , c'est à dire , pour toutes les directions imaginables , tant de la charge de la vis ou de son écrouë , que de la puissance qui lui est appliquée ; & voici ce que je trouvai.

### P R O B L E M E.

*TROUVER en général le rapport de la charge de la vis ou de son écrouë , à la puissance qui lui est appliquée , pour toutes les directions imaginables de l'une & de l'autre.*

PLAN. III.  
FIG. I.

SOLUT. Soit la vis  $VXZY$  avec son écrouë  $QM$ , & son cordon  $AB$  qui soutient cette écrouë ou sa charge , laquelle charge étant par tout la même , c'est à dire , de même effort & de même direction , tant sur ce cordon  $AB$  que sur son point  $P$  où l'écrouë le rencontre , se peut regarder comme étant toute entiere en ce point  $P$  pris dans la droite  $MD$  menée sur le plan de l'écrouë par le point  $D$  où elle rencontre l'axe  $\beta\pi$  de la vis : c'est pour cela , & pour abréger , que dans la suite j'appellerai toujours cette

charge  $P$ . Si c'est l'écrouë  $QM$  qui soit fixe,  $P$  représentera de même la charge de la vis soutenuë sur le cordon ou le creux  $PO$  de l'écrouë. Soit aussi la puissance  $R$  appliquée comme on voudra en  $M$  à cette écrouë, si c'est la vis qui soit fixe, ou à un levier  $PM$  si c'est l'écrouë; soit que la direction  $RMG$  de cette puissance soit ou ne soit pas dans le plan de l'écrouë  $QM$ , ou ( plus généralement ) dans un plan perpendiculaire à l'axe de la vis; soit aussi qu'elle soit perpendiculaire ou non à la droite  $MD$  tirée sur ce plan par le point  $D$  où il rencontre cet axe, sur laquelle se trouve le point  $P$ ; soit enfin que la direction  $PN$  de la charge  $P$  de l'écrouë ou de la vis, soit ou ne soit pas parallèle à son axe  $\beta\pi$ : quelles que soient, dis-je, toutes ces directions, tant de la charge  $P$  de la vis ou de son écrouë, que de la puissance  $R$  qui lui est appliquée; imaginons  $PE$  perpendiculaire sur le cordon  $AB$ , & dans un même plan avec la touchante en  $P$  & la direction  $PN$  de la charge  $P$ . De ce point  $P$  par  $G$  ou  $RM$  prolongée rencontre ce plan  $EPN$  prolongé, soit tirée  $PG$  indéfinie vers  $K$ , section commune de ce plan  $EPN$  avec  $GPM$  ou  $GDM$ ; sur laquelle section  $PG$  ayant pris le point  $F$  à discrétion, soit fait le parallélogramme  $EF$  autour de la diagonale  $PN$ . Imaginons de même dans le plan  $GDM$  des lignes  $GK$ ,  $GR$ , la droite  $DG$  prolongée vers  $H$ , dont une partie quelconque  $GH$  soit la diagonale d'un parallélogramme  $KL$  de côtés pris sur  $GK$ ,  $GR$ . Soient enfin  $DS$  &  $DT$  perpendiculaires sur  $RG$  &  $PK$ .

Cela posé, il est visible que l'effort de la charge  $P$  de la vis ou de son écrouë, suivant  $PN$ , pouvant être regardé comme composé de deux autres suivant  $PE$  &  $PF$ , auxquels il soit comme la diagonale  $PN$  du parallélogramme  $FE$  est à ces deux mêmes côtes  $PE$  &  $PF$ ; le cordon  $AB$ , qui en soutient toute l'impression suivant  $PE$  à laquelle il est (*hyp.*) perpendiculaire, ne laissera plus à cette charge  $P$  que son effort suivant  $PF$  ou  $PK$ , auquel elle est comme  $PN$  est à  $PF$ .

Donc la puissance  $R$ , qu'on suppose en équilibre avec la charge  $P$  de la vis ou de son écrouë, n'aura plus à en

soutenir que l'effort suivant  $PK$  : c'est à dire , que c'est avec ce seul effort ( je l'appelle  $K$  ) quelle doit faire équilibre , l'autre effort suivant  $PE$  étant entièrement soutenu & éteint par la résistance du cordon  $AB$  qu'on lui suppose perpendiculaire. Ainsi l'impression composée , qui doit résulter au point  $G$  du concours d'action de l'effort  $K$  & de la puissance  $R$ , devant être retenu par quelque point fixe  $D$  de l'axe,  $\beta\pi$  doit se faire suivant une droite qui non seulement soit dans le plan  $KGR$ , mais encore qui passant par  $G$  aille rencontrer l'axe  $\beta\pi$  en quelque point  $D$ , c'est à dire (*construct.*) suivant la diagonale  $GH$  du parallélogramme  $KL$ . D'où l'on voit aussi que l'effort  $K$  doit être à la puissance  $R :: KG. GL :: HL. GL$  (  $\int$ , signifie ici *sinus* ) :  $\int HGL. \int GHL :: \int DGL. \int DGP :: DS. DT$ . c'est à dire ,  $K. R :: DS. DT$ .

Reprenons : On vient de trouver ci-dessus  $P. K :: PN. PF$ . Voilà qu'on trouve présentement  $K. R :: DS. DT$ . Donc , en multipliant par ordre ,  $P. R :: PN \times DS. PF \times DT$ . C'est à dire , en général , que la charge de la vis ou de son écrouë , est toujours à la puissance  $R$  qui la retient en équilibre :  $P \times DS. PF \times DT$ . quelles que soient les directions de cette charge & de cette puissance. *Ce qu'il falloit trouver.*

COROL. I Si l'on suppose présentement que la direction  $RM$  de la puissance  $R$ , soit dans le plan de l'écrouë , c'est à dire , dans un plan perpendiculaire à l'axe de la vis ; on trouvera qu'en ce cas le point  $G$  de cette direction continuée , doit aussi s'y trouver : ainsi le point  $P$  y étant déjà par l'hypothèse , toute la droite  $PGK$ , & par conséquent le côté  $PF$  du parallélogramme  $FE$  doit en ce cas s'y trouver de même.

Donc si l'on suppose de plus que la direction  $PN$  de la charge  $P$  de la vis ou de son écrouë , soit parallèle à son axe  $\beta\pi$ , l'on aura pour lors l'angle  $FPN$  droit dans le plan  $FPE$  qui alors touchera la vis en  $PN$ , & son cordon  $AB$  avec le cercle  $\lambda P\mu$  en  $P$ , de même que l'angle  $C$  l'est dans le triangle déroulé  $ACB$  dont la hauteur  $AC$  est un

demî-pas de la vis, & la base  $BC$  la demi-circonférence redressée de la base de cette vis ou d'un cercle fait sur elle par une coupe perpendiculaire à son axe. De plus regardant ainsi ce triangle rectiligne  $ACB$  comme touchant aussi la vis en  $PN$  avec le parallélogramme  $FE$ , c'est à dire, dans un même plan avec ce parallélogramme dont on suppose le côté  $PE$ , & par conséquent aussi  $FN$ , perpendiculaire à l'hypoténuse  $AB$  de ce triangle; on trouvera pour lors les angles  $NFP = BPN = BAC$ . Donc alors les triangles  $NPF$  &  $BCA$  se trouveront semblables, & donneront  $PN, PF :: BC, AC$ . Et par conséquent en substituant  $BC$  au lieu de  $PN$ , &  $AC$  au lieu de  $PF$  dans l'analogie générale de la solution précédente, l'on aura ici  $P.R :: BC \times DS, AC \times DT$ .

Mais parce que  $PK$  se trouve ici touchante en  $P$  du cercle  $\lambda P\mu$ ,  $DP$  est perpendiculaire sur  $PK$ , aussi bien que  $DT$ ; & par conséquent  $DP$  se confond ici avec  $DT$ , ou plutôt celle-ci se confond avec ce rayon  $DP$ . Donc on peut encore substituer  $DP$  au lieu de  $DT$ ; & alors on aura pour ce cas-ci  $P.R :: BC \times DS, AC \times DP$ .

COROL. II. Si outre cela on suppose que l'angle  $RGP$  soit infiniment aigu, c'est à dire, que les droites  $RG$  &  $PG$  soient parallèles entr'elles, ou (ce qui revient au même) si la direction  $RM$  est perpendiculaire à  $DM$ , puisqu'on vient de voir qu'en ce cas-ci  $PG$  ou  $PK$  l'est sur cette même  $DM$ : alors  $DS$ , qu'on vient de voir aussi être toujours perpendiculaire sur  $RG$ , se trouvant confonduë avec  $DM$ , on pourra substituer encore ici  $DM$  à la place de  $DS$  dans la dernière analogie du Corollaire précédent; & l'on aura pour lors  $P.R :: BC \times DM, AC \times DP :: 2BC \times DM, 2AC \times DP$ . c'est à dire,  $P.R :: 2BC \times DM, 2AC \times DP$ . Mais si en général on marque par  $(a)$  la circonférence d'un cercle dont le rayon seroit  $= a$ : c'est à dire, que si l'on marque cette circonférence par ces deux paranthèses, & son rayon par ce qu'elles renferment; l'on aura  $2BC = (DP)$ ; &  $DM, DP :: (DM), (DP)$ . Donc en substituant encore  $(DP)$  pour  $2BC$ , &  $(DM), (DP)$ , pour  $DM, DP$ , dans la dernière analogie; l'on aura aussi  $P.R :: (DP) \times (DM), 2AC \times (DP) ::$

(*DM*). 2 *AC*. D'où l'on voit que la charge *P* de la vis ou de son écrouë sera ici à la puissance *R* qui la retient en équilibre, comme la circonference (*DM*) du cercle décrit par le point *M* de l'écrouë ou du levier auquel cette puissance *R* est appliquée, est à un pas entier 2 *AC* de la vis, c'est à dire, à la distance de deux de ses cordons immédiatement consécutifs, prise suivant la longueur de cette vis. Et c'est là le cas ordinaire qu'on voit être très-limité par rapport au Problème précédent.

## HISTOIRE DES TAMARINS.

Par M. TOURNEFORT.

3. Juin,  
1699.

**C**E que l'on appelle Tamarins en Medecine, & que l'on ordonne quelquefois dans les potions & dans les tisanes purgatives, n'est autre chose que la pulpe ou la substance moileuse qui se trouve dans le fruit de certains arbres, qui portent le même nom. Ces arbres naissent en Afrique, sur tout dans le Senegal, en Arabie, & en quelques endroits des Indes Orientales. On en trouve aujourd'hui dans les Isles de l'Amerique, où les Espagnols les ont transportez, dans le commencement de leurs conquêtes, avec la Casse, le Gingembre & plusieurs autres plantes usuelles.

Nous devons la connoissance des Tamarins aux Arabes. Les anciens Grecs & ceux même qui sont venus après Galien, ne les ont pas connus. Serapion, Avicenne & Mesué en ont parlé les premiers; & quoique ce dernier Auteur n'ait pas eu raison d'assurer que les Tamarins étoient le fruit d'un Palmier sauvage, on ne sçauroit pourtant douter, qu'il n'ait parlé des Tamarins dont nous nous servons.

Dans mon dernier voyage d'Espagne en 1689. j'eus le plaisir de voir un de ces arbres à Grenade dans une des terrasses de ce fameux Palais de l'Alhambra, que les Morres avoient embelli de ce qu'il y a de plus agreable & de plus commode pour l'usage de la vie. Les Auteurs assurent, que par toute l'Afrique & dans les Indes Orientales, les

Voyageurs

Voyageurs font provision de ces fruits pour se defalterer dans les grandes chaleurs, & même l'on prend soin de les confire au sucre pour les rendre plus agréables, & pour les conserver plus long-temps.

L'arbre qu'on appelle Tamarin, est grand & gros comme un Noyer, mais plus touffu. Sa racine est divisée en plusieurs bras, qui s'étendent fort loin accompagnés de beaucoup de chevelu, & couverts d'une écorce rouffâtre, stiptique, qui me parut un peu amere. Le tronc de cet arbre est d'un beau jet, à peine deux hommes peuvent-ils l'embrasser, son écorce est fort épaisse, brune & gercée, le bois en est dur & comme tanné, les branches s'étendent assez regulierement de tous côtés, divisées & subdivisées en rameaux alternes couverts d'une peau fine, verd brun, garnis de plusieurs feuilles assez ferrées & disposées aussi alternativement. Chaque feuille est composée d'environ neuf, dix, douze, & même jusques à quinze paires de petites feuilles attachées à une côte de quatre ou cinq pouces de long, qui est toujours terminée par une paire de feuilles, quoique l'on n'y ait représenté qu'une seule feuille dans les figures de Prosper Alpin, & de l'*Hortus Malabaricus*. Les petites feuilles ont huit ou neuf lignes de long sur trois ou quatre de large. Elles sont émoussées à la pointe, & beaucoup plus arrondies qu'à leur base; car elles ont dans cet endroit-là comme une espece de coude qui regarde l'extrémité de la côte. Les feuilles sont minces, aigrettes comme les tendrons des vignes, lestes, verd gai, legerement veluës sur les bords & par dessous, traversées dans leur longueur par un petit filet, dont les rameaux sont très-déliçats: elles sont écartées pendant le jour comme celles de nos Acacias; mais la nuit elles s'appliquent les unes contre les autres, ainsi qu'il arrive à presque toutes les feuilles qui sont rangées sur une côte.

Les fleurs naissent neuf ou dix ensemble dans les aisselles & à l'extrémité des branches, disposées par bouquets longs d'environ demi-pied, assez clair semées, presque sans odeur, & soutenues chacune par un pedicule de quatre ou

cinq lignes de long. Chaque fleur est à trois feüilles couleur de rose parsemées de veines couleur de sang. Ordinairement il y a une de ces feüilles qui est plus petite que les autres, lesquelles ont environ demi-pouce de long sur quatre lignes de large. Elles sont ondées & frisées sur les bords, & ressemblent assez par leur figure aux feüilles d'une espece de Ciste que C. Bauhin a nommé *Cistus mas folio Chamædrys. pin.* Le calyce de la fleur des Tamarins est une petite poire charnuë, verdâtre terminée par quatre feüilles blanches ou roussâtres, un peu plus longues que les feüilles de la fleur, & le plus souvent rabatuës en bas. Ce calyce, quoique charnu, ne devient pas le fruit, au contraire il s'allonge quand les fleurs sont passées, & ne differe gueres du pedicule.

Le fruit du Tamarin n'est autre chose que le pistille de la fleur, grossi & gonflé par le suc nourricier; ce pistille sort du milieu de la fleur, long d'environ demi-pouce, verdâtre & courbé comme les serres d'un Oiseau, vis-à-vis de sa base naissent trois étamines, unies à leur naissance, courbées dans un sens contraire, blanchâtres, un peu plus longues que le pistille, chargées chacune d'un sommet rouge, qui laisse échaper en s'ouvrant une poussiere dorée. Le fruit est d'abord verd, mais devient roussâtre dans sa parfaite maturité, & ressemble assez par sa figure à la gouffe des fèves ordinaires que l'on appelle à Paris fèves de marais: il est long d'environ quatre pouces sur un de large, ondé legerement sur le dos, qui n'est pas si épais que le côté opposé; celui-ci échancré profondément en deux ou trois endroits, & relevé de chaque côté d'une côte assez sensible, qui s'étend depuis le pedicule qui soutient le fruit jusques vers son extremité, laquelle est arrondie & terminée le plus souvent par un petit bec. Il faut considerer ce fruit comme une gouffe double, ou, pour mieux dire, ce fruit est composé de deux gouffes enfermées l'une dans l'autre. L'exterieure est charnuë, épaisse d'une ligne lorsqu'elle est verte. L'interieure est un parchemin mince. L'intervalle qui est entre ces deux gouffes, est épais de trois ou quatre



lignes, c'est comme une espece de diploë rempli de cette pulpe ou substance moëlleuse que l'on emploie en medecine pour lâcher le ventre & pour rafraîchir. Elle est noirâtre, gluante, aigre à agacer les dents, traversée par trois gros cordons de vaisseaux dont l'un s'étend tout du long du dos de la gouffe, les deux autres sont placés vers le côté opposé sous les côtes dont nous avons parlé. On en trouve encore quelques petits qui rampent sur ce même côté. Les ramifications de tous ces vaisseaux ne portent pas seulement ce suc aigre & vineux qui s'épaissit en pulpe ; ils donnent aussi la nourriture aux semences qui sont renfermées dans la gouffe au nombre de trois ou quatre. Ces semences sont dures, plates, épaisses d'environ deux lignes, longues de quatre ou cinq lignes, mais de figure irréguliere. Les unes sont presque quarrées avec les coins arrondis, les autres sont plus pointuës d'un côté que d'autre ; elles sont polies, luisantes, d'un rouge qui approche du fauve, marquées de chaque côté d'une tache qui suit la figure de la semence : elles renferment sous leur peau deux lobes blanchâtres chamois, qui se séparent assez facilement les uns des autres, sur tout lorsqu'on les fait un peu tremper dans l'eau ; ils embrassent le germe qui n'a gueres plus d'une ligne de long, niché dans une fosse placée au haut des lobes, & dont la situation est marquée en dehors par une espece de petit nombril relevé d'une petite éminence.

Nous n'avons aucune description ni aucune figure des Tamarins qui soit exacte. On ne trouve chez les Droguistes que leur pulpe mêlée avec les semences que les Arabes & les Afriquains réduisent en masse après l'avoir mondé, c'est-à-dire, séparée de la gouffe extérieure. On ordonne en Europe les Tamarins tous seuls à cause de leur acidité. On se contente de les joindre aux autres purgatifs dans les maladies où il ne s'agit pas seulement d'évacuer, mais d'apaiser la trop grande agitation des humeurs, de temperer la chaleur des viscères, & d'émousser l'activité de la bile. Les Afriquains & les Orientaux mangent les Tama-

rins, ou en font une espece de boisson mêlée avec du sucre ; cette boisson les rafraîchit , & leur conserve la liberté du ventre si nécessaire pour se bien porter.

L'aigreur considerable qui se trouve dans les Tamarins , & l'Analise chimique montre évidemment que l'acide y domine. Il y a si peu de matiere alcaline dans cette pulpe, qu'elle ne se manifeste qu'en la distillant à la cornuë avec la chaux vive. Tout ce que l'on tire de cette pulpe par l'Analise simple est acide & souffré. De six livres de Tamarins délaïés dans huit pintes d'eau , on a tiré six gros de sel essentiel, mais ce sel ne s'est attaché aux pavois de la terrine qu'après deux mois , pendant lesquels la liqueur filtrée ne s'est point moissie , comme cela arrive à la plûpart des suc des Plantes. On se presse trop ordinairement pour retirer le sel essentiel de ces sortes de suc. Il en est de ce sel comme du tartre, qui ne se sépare du vin qu'après un temps considerable. Pour attendre que les suc des Plantes déposent tout leur sel essentiel sans apprehender la moisissure , il faut les couvrir d'un ponce d'huile , & les laisser dans la même terrine pendant une année. A peine tire-t-on quelques grains de sel essentiel de la fumeterre, si l'on n'y emploie que sept ou huit jours après les évaporations ordinaires ; au lieu que l'on en tire considerablement dans sept ou huit mois en couvrant le suc de cette Plante avec l'huile commune.

Le sel essentiel des Tamarins est tout à fait semblable à la crème du tartre, il est un peu aigrelet , & ne se fond pas dans l'eau froide, il ne détonne pas sur le feu , & ne laisse échaper aucune odeur vineuse lorsqu'on l'arrose avec l'huile de tartre. D'ailleurs les Tamarins délaïés dans l'eau commune après une digestion de plusieurs mois , ne donnent qu'un esprit acide semblable à celui du vinaigre : ce qui me fait conjecturer que l'acide qui domine dans les Tamarins approche fort du caractère du verjus , dont le sel essentiel n'est pas différent du tartre. Cette conjecture pourroit peut-être servir pour expliquer la vertu laxative des Tamarins ; car ne contenant presque que de l'acide & du soufre , on pourroit

croire que cet acide anime la partie résineuse des Tamarins ; ainsi que l'expérience fait voir que la manne délaïée dans le verjus , purge beaucoup mieux & plus sûrement que si on la délaïoit dans l'eau commune ou dans un bouillon. Il n'est proprement que les acides des minéraux qui brident les purgatifs , & qui en diminuent la vertu , mais je ne vois pas que le suc de limon ni l'esprit de vinaigre , fassent de même.

On trouve quelquefois sur les branches des Tamarins une espece de sel essentiel semblable aussi à la crème de tartre. Ce sel essentiel s'y amasse & s'y durcit après l'extraction du suc nourricier , qui dans les grandes chaleurs s'échape au travers de ses vaisseaux , & cela arrive à plusieurs fortes. M. Reneaumé me fit voir dernièrement des feuilles de cette espece d'Erable , que l'on appelle improprement Sycomore à Paris , sur lesquelles il y avoit une liqueur sucrée. Les feuilles des Tillots de la grande allée du Jardin Roïal en sont couvertes tous les ans , & sur tout lorsque la saison est un peu avancée. Il y a quelques années que je pris soin de laver une grande quantité de ces feuilles dans un seau d'eau jusques à la rendre fort douce. Je la fis évaporer à moitié , & j'en fis boire trois verres à un malade de Paroisse qui avoit besoin d'être purgé ; cette boisson fit aussi-bien qu'une tisanne laxative ordinaire , ce qui me confirma dans la pensée des Cordeliers. *Angelus Palea & Bartholomæus ab urbe veteri* , qui ont commenté Mefvé , & qui les premiers , c'est à-dire , en 1543 ont proposé que la manne de Calabre ne tomboit point du Ciel , mais qu'elle transsuoit au travers des branches & des feuilles du Fresno à feuilles rondes. Altomari qui a écrit en 1558. Cornelius Consentinus , M. Marchant le pere , & plusieurs autres , ont confirmé le sentiment des Cordeliers par des observations très-exactes faites sur les lieux ; ainsi je crois que l'on peut avancer que la manne de Calabre , n'est que le sel essentiel du Fresno mêlé avec une partie considérable de souffre. La manne de Briançon , n'est que le sel essentiel de la Meleze mêlée avec du souffre aussi , & le sucre n'est qu'un

sel essentiel de certains roseaux que l'on cultive en Espagne, & sur tout dans les parties Meridionales de l'Amérique.

On peut réduire les écoulemens du suc des Plantes à quatre principales classes ; les uns contiennent beaucoup du sel essentiel de la Plante, comme sont le sucre ordinaire, le sucre d'Arabie, la manne de Calabre, la manne de Briançon, celle que Lobel & Pena, appellent Elæomeli, qu'ils avoient observé à Montpellier sur les Oliviers avec Rondelet & Banalius ; j'en ai cueilli quelquefois en Automne sur les mêmes arbres, aux environs d'Aix & de Toulon, mais je ne sçai si elle purge : on peut réduire à la même classe le miel & toutes les liqueurs sucrées qui s'extravaient des parties des Plantes. On goûte cette liqueur sucrée, lorsque l'on succe le fond de presque toutes les fleurs ; le calice de la fleur de Meliante qu'on a apporté d'Afrique depuis quelques années, en contient beaucoup ; & c'est le ragoût ordinaire des Hottentots qui sont les peuples les plus considérables du Cap de bonne Esperance : les Hollandois mêmes qui demeurent dans ces quartiers, trouvent ce miel fort agréable, comme l'assure M. Herman ; & c'est ce qui a fait donner le nom de Melianthé, à cette Plante, comme qui diroit la fleur du miel : dans les pays chauds, les feuilles de saules sont fort souvent en Esté couvertes d'un sucre candi très-agréable ; ainsi il y a beaucoup d'apparence que ces liqueurs sucrées fournissent aux Abeilles la principale matiere de leur miel, qui seroit perduë & qui ne seroit jamais purifiée, si elle ne passoit par les organes de ces animaux. On peut réduire à la seconde classe des matieres extravasées sur les Plantes, les sucres huileux & les veritables résines. Tout le monde sçait que ces sortes de corps, ne sont que des souffres plus ou moins épaisés dans le Sapin ; on voit manifestement les vaisseaux qui les contiennent ; ils se trouvent principalement dans l'écorce de ces arbres, dans l'épaisseur de laquelle ils sont creusés en maniere de canaux : J'aurai l'honneur de les faire voir Samedi prochain. La troisième classe renferme

les suc's aqueux, mucilagineux & gluants, tels que sont les véritables gomm'es qui ne se fondent que dans l'eau, comme la gomme Arabique, la gomme du Sénégal, celles de nos Cerifiers, des Abricotiers, des Pruniers, & cette liqueur dont les sommités de plusieurs suintent en Esté, & principalement les especes de Lichnis. On peut ranger sous la quatrième classe, les gomm'es, résines qui se fondent en partie dans l'eau commune, & en partie dans l'esprit-de-vin. Mais comme l'on n'a pas fait encore des observations assez exactes sur les différentes dissolutions de ces corps pour pouvoir les distribuer en des classes régulières; je prie la Compagnie de trouver bon que je m'y applique avec attention, & que j'aye l'honneur de luy en rendre compte dans quelque temps.

## OBSERVATIONS

## DE TROIS NOUVELLES TACHES

## DE JUPITER.

Par M. CASSINI.

**L**E 11. Juin à 10. heures & demie du soir, pendant que l'on étoit attentif à observer l'éclipse du premier Satellite de Jupiter par une lunette de 17. pieds, on vit au centre de Jupiter une tache obscure sur une bande mince, qui servoit comme de diamètre à Jupiter. Cette tache étoit longue de la sixième partie du demi-diametre, & large de la moitié de sa longueur, qui étoit un peu oblique à la même bande, A 10<sup>h</sup>. 38' elle étoit au centre.

17. Juin,  
1699.

Il y avoit dans Jupiter deux autres bandes plus larges & plus obscures; une du côté du Midy, & l'autre du côté du Septentrion. La Meridionale étoit un peu plus éloignée du centre que la Septentrionale. Outre ces trois bandes, il y en avoit dans la partie Septentrionale deux minces, & parallèles aux autres. On vit un peu après vers le bord Oriental de Jupiter une autre tache plus grande que la précédente, & un peu plus Meridionale.

A 11<sup>h</sup>. 24'. ces deux taches étoient à égales distances du milieu de Jupiter , d'où l'on jugea que la seconde seroit au milieu de Jupiter à minuit. Etant vûe par la même lunette, elle parut arriver au milieu sur le minuit ; mais étant vûe par la lunette de 46. pieds, elle y arriva à 6. minutes après minuit , alors on ne distinguoit plus la première tache qu'on avoit vûe un peu auparavant proche du bord.

A 1<sup>h</sup>. 32'. après minuit, on voyoit la seconde tache proche du bord Occidental de Jupiter. En même tems on en vit une troisième encore plus grande sur le bord Oriental, laquelle étoit précédée d'une petite égale , à peu près, au disque d'un Satellite.

A 2<sup>h</sup>. 42'. le milieu de cette troisième tache plus grande, étoit au milieu de Jupiter. Elle étoit aussi Meridionale que la seconde. Ayant comparé les intervalles entre les tems que ces trois taches arriverent au milieu de Jupiter avec leur révolution entière de 9.<sup>h</sup> 56'. il paroît que la seconde tache est éloignée de la première de 54. degrez de la circonférence de Jupiter, & que la troisième est éloignée de la seconde de 96. degrez.

Ces trois taches sont situées dans la même bande claire entre deux obscures où étoient celles qui furent observées l'an 1691. & 1692. qui seront rapportées dans les Memoires de l'Académie. Mais les deux bandes obscures ne sont plus situées de la même maniere qu'elles étoient alors. Elles sont presentement plus éloignées entr'elles ; ainsi l'on peut dire qu'elles ne sont plus les mêmes bandes ; mais que les premières se sont effacées , & qu'il s'en est formé des nouvelles un peu plus loin. Le changement qui arrive aux bandes de Jupiter d'une année à l'autre, est admirable ; tantôt elles s'étrecissent , tantôt elles s'élargissent ; elles s'interrompent quelquefois & se réunissent ensuite ; il s'en forme des nouvelles en divers endroits de Jupiter , & il s'en efface. La Septentrionale qui pendant plus de quarante années avoit paru la plus large de toutes, s'est étrecie depuis deux ans , & presentement elle ne paroît pas plus  
large

large que la méridionale qui s'est beaucoup élargie depuis deux ans.

Il peut y arriver un peu de changement dans leur situation par la raison d'optique, qui répond au changement optique, qui arrive aux cercles des Satellites de Jupiter, qui de six en six années se présentent en ligne droite, lorsque Jupiter arrive à leurs nœuds, & se transforment ensuite en ellipses qui s'élargissent pendant trois années & s'étrecissent pendant trois années, & se renversent ensuite, le demi-cercle inferieur qui tournoit du côté du Midi pendant six années, se tournant du côté du Septentrion, & reciproquement, mais comme ces changemens qui sont très-sensibles dans les Satellites les plus éloignez de Jupiter, sont moins sensibles dans les plus proches, les bandes qui sont sur la surface de Jupiter, ne peuvent faire à proportion qu'un changement presqu'imperceptible, au lieu que celui qu'on y observe, est très-sensible, & paroît devoir être attribué à quelques causes physiques. Nous en avons indiqué quelque-unes dans les Mémoires de l'Académie. Dans ceux de 1692. je remarquai qu'on n'avoit jamais vû paroître tant de taches dans Jupiter que l'an 1692. quand Jupiter étoit à son Perihelie. Mais presentement il est près de sa moyenne distance du Soleil; & nous n'avons jamais vû en même tems trois taches dans Jupiter si grandes que celles qui y sont presentement; de sorte que leur retour ne semble pas avoir de rapport au retour de Jupiter à la même distance du Soleil, comme nous avions proposé d'examiner, les conséquences tirées de l'invariabilité de la grande tache septentrionale de Jupiter, depuis le tems que nous l'avions observée, doivent maintenant être réglées à la variation que nous y trouvons presentement; ce qui nous apprend qu'il y a dans la nature des changemens, dont on ne sçauroit s'appercevoir qu'après un nombre d'années, quelquefois plus grands qu'il n'est accordé à la vie d'un homme.

Le 13. Juin la premiere de ces trois taches arriva au milieu de Jupiter à 11<sup>h</sup>. 45'. Mais elle y étoit arrivée le 11.

à  $10^h. 38'$ . L'intervalle de tems est de deux jours  $1^h. 7'$ . pendant lequel elle a fait cinq révolutions, par lesquelles ayant partagé cette intervalle de  $49^h. 7'$ . on trouve qu'elle a fait une revolution en  $9^h. 50'$ .

Le même jour 13. Juin, la seconde tache arriva au milieu de Jupiter à  $13^h. 18'$ . après midi, elle y étoit arrivée le 11. à  $12^h. 6'$ . L'intervalle de tems est de 2 jours  $1^h. 12'$ . qui étant partagé en cinq révolutions, donne à chacune  $9^h. 51'$ .

On ne put observer la même nuit le retour de la troisième au milieu de Jupiter, parce que le ciel étoit couvert en ce tems-là. On la vit le 12 à  $11^h.$  & un quart du soir éloignée du bord occidental environ de la quatrième partie du diametre de Jupiter: on la vit aussi le 14. à  $11^h. 55'$ . qu'elle avoit aussi passé le milieu, un peu moins éloignée du bord que dans l'observation précédente.

La révolution de ces deux taches est égale à celle de quelques autres taches qui avoient paru au mois de Decembre 1690. & au mois de Janvier 1691. que nous trouvâmes de  $9^h. 51'$ . plus courte de cinq minutes, que celle que nous avons observée l'an 1665. qui étoit plus éloignée du centre de Jupiter, ce qui confirme ce que nous avons remarqué dans les Mémoires du 31. Janvier 1692. que les taches qui passent plus proches du centre apparent de Jupiter, ont un mouvement plus vîte, que celles qui en sont plus éloignées.





## METHODE FACILE

## POUR TROUVER UN SOLIDE ROND,

*Qui étant mû dans un Fluide en repos parallèlement à son axe, rencontre moins de résistance que tout autre Solide, qui ayant même longueur & largeur, se meuve avec la même vitesse suivant la même direction.*

Par M. LE MARQUIS DE L'HOPITAL.

**M.** FATIO m'ayant envoyé son *Traité des Murs inclinés à l'horizon pour les arbres à fruits*, qui vient d'être imprimé à Londres, j'ai trouvé à la fin de ce Livre une solution du Problème de la ligne de la plus vite descente, & une du Solide de la moindre résistance. M. Newton avoit donné dans son excellent Ouvrage des Principes Mathématiques de la Philosophie naturelle, page 327. une propriété de la ligne qui décrit par sa révolution autour de son axe la surface de ce Solide. Comme il ne découvre point le chemin qu'il a tenu pour y parvenir, M. Fatio prétend qu'elle ne peut donner aucun jour à ceux qui tentent cette recherche. Je ne parlerai point ici du premier de ces Problèmes, parce que la plupart des Géomètres qui l'ont résolu dans le tems marqué par l'Auteur, ont déjà rendu publiques leurs solutions, soit en les faisant imprimer, soit en les communiquant par lettres à ceux qui les leur ont demandées; de sorte que ce n'est plus aujourd'hui un mystère. Mais la solution du dernier m'a paru si embarrassée, que n'ayant pû me résoudre à la suivre pas à pas, j'ai pris le parti d'en chercher une qui fût plus simple & plus naturelle. On jugera si j'y ai réussi: j'avertirai seulement que la Méthode que j'ai suivie, peut servir à résoudre plusieurs autres questions semblables; &

20. Juin  
1699.

que je ne la crois pas différente de celle de M. Newton, m'ayant conduit à la même propriété. Voici le sens de ce Problème.

PLAN. III. TROUVER la ligne courbe  $DM$ , dont la propriété soit telle, que la surface qu'elle décrit par sa révolution autour de son axe  $AP$ , rencontre moins de résistance étant mûe parallèlement à cet axe dans un fluide en repos, qu'une autre surface semblablement décrite autour du même axe par toute autre ligne courbe renfermée entre les mêmes points  $D$ ,  $M$ , & mûe de la même manière.

FIG. 3. Je suppose que les deux petites droites  $MN$ ,  $NO$ , soient deux des petits côtes du poligone, qui compose la courbe cherchée; & je mene les appliquées  $MP$ ,  $NQ$ ,  $OH$ , avec  $MF$ ,  $NG$  parallèles à l'axe  $AP$ , & la perpendiculaire  $MD$  au petit côté  $MN$ , laquelle rencontre l'axe au point  $D$ . Il est évident que la résistance que trouvent le petit côté  $MN$  & la droite  $NF$  étant mûs dans un fluide en repos de  $P$  vers  $A$  avec une certaine vitesse, est précisément égale à l'effort que feroient sur ces lignes en repos, les parties du fluide, si elles venoient les heurter dans la même direction & avec la même vitesse. Or selon les principes de Mécanique, l'effort que font ces parties du fluide sur la petite droite  $FN$  pour la mouvoir de  $A$  vers  $P$ , est à l'effort qu'elles font sur le petit côté  $MN$  pour le mouvoir de  $M$  vers  $D$ , comme  $MD$  est à  $DP$ ; & l'effort que font ces mêmes parties pour mouvoir le petit côté  $MN$  le long de sa perpendiculaire de  $M$  vers  $D$ , est aussi à celui qu'elles font pour le mouvoir parallèlement à l'axe de  $A$  vers  $P$ , comme  $MD$  est à  $DP$ . Donc l'effort que le fluide fait sur la petite droite  $FN$  pour la mouvoir de  $A$  vers  $P$  est à l'effort qu'il fait sur le petit côté  $MN$  pour le mouvoir aussi de  $A$  vers  $P$ , comme le carré de  $MD$  est au carré de  $DP$ ; ou à cause des triangles rectangles semblables  $MDP$ ,  $MNF$ , comme le carré de  $MN$  est au carré de  $NF$ . Si donc l'on suppose que la constante  $AB$  ( $a$ ) exprime la vitesse avec laquelle chaque partie du fluide heurte les droites  $MN$ ,  $NF$ ; il est clair que  $a \times NF \times MP$  pourra exprimer l'effort que font les parties du fluide

sur la surface décrite par  $FN$  autour de  $PH$  ; puisque  $NF \times MP$  exprime cette surface ; & qu'ainsi si l'on fait  $\frac{MN^2 \cdot NF^2}{MN^2} :: a \times NF \times MP \cdot \frac{a \times NF^3 \times MP}{MN^2}$  ; cette quantité

exprimera l'effort que les parties du fluide font sur la surface décrite par le petit côté  $MN$  autour de l'axe  $AP$  pour le mouvoir de  $A$  vers  $P$ , ou (ce qui est la même chose) la résistance que trouve cette surface étant mûe avec la vitesse  $AB$  ( $a$ ) dans un sens contraire de  $P$  vers  $A$ . Ceci posé.

Je considère les points  $M$ ,  $O$ , & la droite  $GN$ , comme donnez de position sur un plan ; & je cherche quelle doit être la situation des petites droites  $MN$ ,  $NO$  afin que la surface qu'elles décrivent autour de  $AP$ , trouve moins de résistance que toute autre surface, semblablement décrite par deux autres droites  $Mn$ ,  $no$ . Pour trouver cette situation des droites  $MN$ ,  $NO$ , je nomme les données & constantes  $FN$ ,  $b$  ;  $GO$ ,  $c$  ;  $MP$ ,  $f$  ;  $NQ$ ,  $g$  ; & les inconnues & variables  $MN$ ,  $v$  ;  $NO$ ,  $z$  ; & j'ai  $\frac{ab^3f}{vv}$  pour la résistance que trouve la surface décrite par  $MN$ , selon ce que je viens de prouver ci-dessus.

Par la même raison  $\frac{ac^3g}{zz}$  exprime la résistance que trouve la surface décrite par  $ON$  ; d'où il suit que  $\frac{ab^3f}{vv} + \frac{ac^3g}{zz}$  doit être un moindre. C'est pourquoi prenant la différence de ces deux termes & l'égalant à zéro, comme l'on a enseigné dans le Livre des infiniment petits, on formera l'égalité  $-\frac{ab^3fdv}{v^3} = \frac{ac^3gdz}{z^3}$ . Maintenant si l'on mène par

un point  $n$  pris sur la droite  $GN$  infiniment près de  $N$ , les droites  $Mn$ ,  $On$ , sur lesquelles on abaisse les perpendiculaires  $NR$ ,  $NS$  ; il est clair que l'angle  $RNn$  est égal à l'angle  $FN M$ , & l'angle  $SNn$  à l'angle  $GON$ , puisque les deux premiers étant joints au même angle  $MNn$ , & les deux autres au même angle  $GNO$  font des angles droits ; & qu'ainsi  $Rn$  ( $-dv$ ) est à  $Sn$  ( $dz$ ), comme le sinus de l'angle  $FN M$  est au sinus de l'angle  $GON$ , c'est-à-dire,

(en prenant  $NL$  égale à  $NM$ , menant  $LK$  parallèle à  $NF$ , & nommant  $MF$ ,  $m$ ;  $NG$ ,  $n$ ;) comme  $MF(m)$  est à  $NK\left(\frac{nv}{\chi}\right)$ ; d'où l'on tire une valeur  $dv = \frac{m\chi d\chi}{nv}$ . laquelle étant mise dans l'égalité précédente, donne  $\frac{ab^3fm\chi d\chi}{nv^4} = \frac{ac^3gd\chi}{\chi^3}$  qui se réduit à  $\frac{b^3fm}{v^4} = \frac{c^3gn}{\chi^4}$ . D'où l'on voit que menant  $AB$  =  $a$  perpendiculaire à l'axe  $AP$ , & tirant les droites  $BC$ ,  $BE$  parallèles aux deux petits côtes  $MN$ ,  $NO$  du polygone qui compose la courbe, on aura  $4AB \times AC \cdot BC^2 :: BC \cdot MP$ , & de même  $4AB^2 \times AE \cdot BE^3 :: BE \cdot NQ$ ; car mettant à la place de ces lignes leurs valeurs analytiques, & multipliant les extrêmes & les moyens, on trouve  $\frac{b^3fm}{v^4} = \frac{1}{4}a = \frac{c^3gn}{\chi^4}$ .

FIG. 2. Il est donc évident, que la nature de la courbe cherchée  $DM$ , doit être telle, qu'ayant pris sur  $AK$  perpendiculaire à l'axe  $AP$  la partie  $AB = a$ , & ayant mené  $BC$  parallèle à une ligne qui touche la courbe en un point quelconque  $M$ , on ait toujours  $4AB \times AC \cdot BC^2 :: BC \cdot MP$  appliquée en  $M$ . Et c'est-là précisément la propriété de  $M$ . Newton.

M. Fatio trouve par sa méthode une propriété différente de celle-ci, qu'il prétend être plus simple. Cependant je ne puis en convenir; car elle renferme les rayons de la développée, & par conséquent des différences secondes; au lieu que celle-ci ne renfermant que des tangentes, donne l'expression de la courbe en différences premières, & conduit aisément à l'invention de ses points par le moyen de la quadrature de l'hyperbole de la manière suivante: or c'est ce qu'on peut trouver de plus simple dans cette question.

Soient prises sur  $AK$  perpendiculaire à l'axe  $AP$  la partie  $AB = a$ , & sur  $AP$  prolongée du côté de  $A$  la partie  $AE = \sqrt{\frac{1}{3}}aa$ ; & soit décrite par le point  $E$  la logarithmique  $FEN$  qui ait pour asymptote la ligne  $AK$ , & dont la soustangente  $= \frac{1}{3}a$ . Ayant pris  $AC$  de telle

grandeur que l'on voudra que j'appelle  $s$ , & ayant tiré  $CN$  parallele à  $AK$  qui rencontre la logarithmique en  $N$ ,

soient prises  $AK = \frac{aa}{4s} + \frac{1}{2}s + \frac{s^3}{4aa}$ , &  $AP = \frac{ss}{4a} +$

$\frac{3s^4}{16a^3} - \frac{s}{48}a \pm CN$ , sçavoir — lorsque  $AC$  surpasse  $AE$ ,

& + lorsqu'elle est moindre; & soient tirées les droites  $KM$ ,  $PM$  paralleles à  $AP$ ,  $AK$ : leur point d'interseccion  $M$  fera dans la courbe cherchée  $DM$ .

Car nommant  $AP$ ,  $x$ ;  $PM$ ,  $y$ ;  $AC$ ,  $s$ ; la propriété que doit avoir la courbe, donne  $AK$  ou  $PM$  ( $y$ ) =

$\frac{a^4 + 2aass + s^4}{4aas}$ , & par conséquent  $dy = \frac{1}{2}ds + \frac{3ssds}{4aa}$  —

$\frac{aads}{4ss}$ . Or puisque  $BC$  est parallele à la tangente  $M$ , on

aura  $dx = \frac{sdy}{a} = \frac{sds}{2a} + \frac{3s^3ds}{4a^3} - \frac{ads}{4s}$ , dont l'integrale est

$AP(x) = \frac{ss}{4a} + \frac{3s^4}{16a^3}$  moins l'integrale de  $\frac{ads}{4s}$  plus ou

moins une quantité constante. Je prends pour cette quantité  $\frac{s}{48}a$ , & je la retranche, afin que  $CM$ , qui par la propriété de la logarithmique  $FEN$  est l'integrale de

$+\frac{ads}{4s}$  devenant nulle,  $AP(x)$  soit aussi nulle. Donc, &c.

Lorsque  $AC = AE$ , l'appliquée  $PM$  qui est alors la moindre qu'il est possible, devient  $AD = \frac{4}{3}AE$ , & la tangente au point  $D$  sera parallele à  $BE$ . Mais si l'on prend  $AC$  moindre que  $AE$ , on décrira la portion  $DO$  de la courbe, dont la convexité est opposée à celle de la portion  $DM$ , & qui s'écarte aussi bien qu'elle de plus en plus à l'infini des deux droites  $AP$ ,  $AK$ ; de sorte que la ligne cherchée  $MDO$  à un point de rebroussement en  $D$ , & que la solide de la moindre résistance peut être convexe ou concave, ou en partie convexe, ou en partie concave. M. Fatio ayant fait dans sa construction  $AE = AB$ , & voulant toujours qu'on prenne  $AC$  plus grande que  $AE$ ; il s'ensuit qu'il ne décrit que la partie de la portion convexe  $DM$  qui suppose  $AC$  plus grande que  $AE$ : ce

qui donne lieu de croire qu'il n'a eu aucune connoissance ni du point de rebroussement *D*, ni de la partie concave *DO*. d'autant plus qu'il a mal tracé dans sa figure 5. la ligne courbe *MV*, qui doit avoir pour asymptote la ligne *AQ*, & aller en s'approchant de la ligne *AT* jusqu'à ce que  $AT = AB\sqrt{\frac{1}{3}}$ , après quoi elle doit s'en éloigner de plus en plus à l'infini.

---

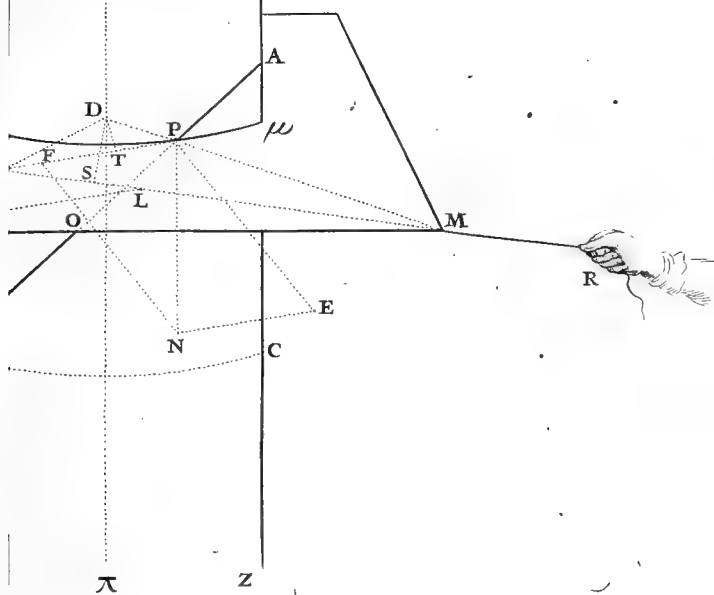
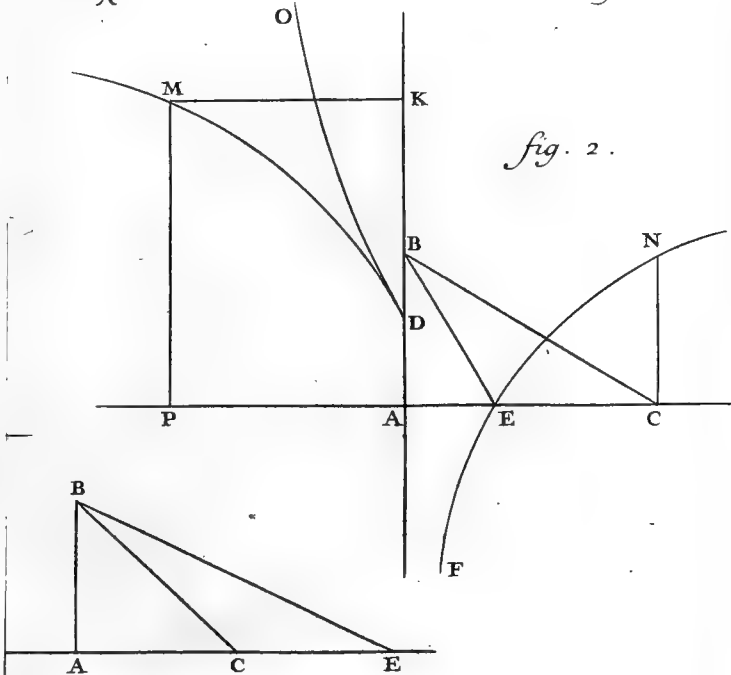
M O Y E N  
DE SUBSTITUER COMMODEMENT  
L' ACTION DU FEU,  
A LA FORCE DES HOMMES ET DES CHEVAUX

Pour mouvoir les Machines.

Par M. A M O N T O N S.

20. Juin  
1699.

**P**ERSONNE ne doute que l'action du feu ne soit très-violente, l'expérience journaliere faisant connoître ; que les corps les plus graves, les plus solides, & les plus inébranlables, n'y sçauroient résister long-tems ; & que le pouvoir du feu va non seulement jusqu'à mettre la masse de chacun de ces corps en mouvement, comme l'effet prodigieux de la poudre à canon le fait assez connoître ; mais encore jusqu'à en détruire & à en anéantir entierelement les manieres d'être, comme il arrive aux bois & à toutes les autres matieres combustibles. Mais chacun ne convient pas, que cette force que le feu employe à produire ces effets surprenans, puisse utilement servir à mouvoir regulierement des machines, où on a de coûtume d'employer les forces animées & réglées, comme sont celles des hommes ou des chevaux ; parce qu'on ne connoît pas encore bien de quelle maniere on pourroit faire cette application,

$\beta$ *fig. 1.<sup>re</sup>**fig. 2.*





application, & que les moyens qu'on a proposés jusqu'icy, ont paru avoir trop d'inconviniens. La verité est cependant qu'on n'est pas plus en droit d'en douter, qu'on l'étoit avant l'invention des moulins à eau & à vent, à douter que le mouvement de l'eau ou de l'air pussent servir aux mêmes usages: car en ces rencontres, comme tout ne dépend que de trouver quelque moyen assés simple pour en rendre l'usage commode & profitable, l'impossibilité n'est point de la part de la chose, mais seulement du côté de nos connoissances, qui ne s'étendent & ne s'accroissent qu'avec le tems, à mesure que les expériences & l'usage journalier nous en donnent occasion: mais le meilleur moyen de persuader ce que j'avance, c'est de donner la maniere de le faire.

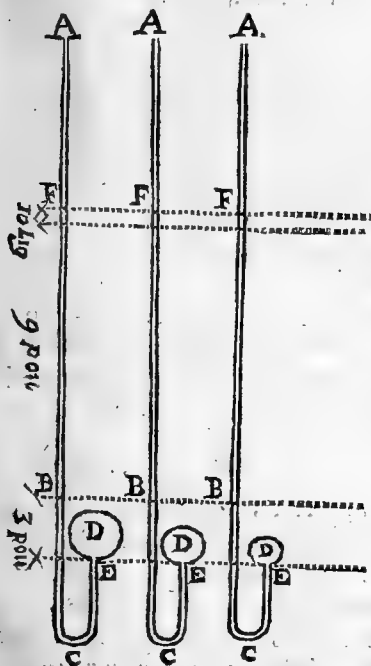
Voici quelques expériences faites à ce sujet, qu'il est à propos de décrire pour en déduire des verités dont il est bon auparavant de convenir.

PREMIERE EXPERIENCE.

*De la raréfaction de l'air par la chaleur de l'eau bouillante.*

ON a plongé dans un chaudron plein d'eau, les boules des trois tubes de verre *A C D*, *A C D*, *A C D*, d'égale longueur, chacun ouvert en *A*, recourbé en *C*, & se terminant en une boule *D*, les capacités des boules étoient entr'elles comme les nom-

bres 1, 2, 3, aussi bien que celles des tubes *A B*, qui



d'ailleurs étoient assez étroits , le moyen n'ayant gueres que demi ligne de diametre interieurement , il y avoit dans chaque verre , du mercure depuis l'entrée *E* des boules jusqu'en *B* , où le mercure étoit trois pouces plus haut qu'en *E* , à cause que l'air dont les boules étoient pleines , n'ayant trouvé aucune issue lorsqu'on avoit versé le mercure par les ouvertures *A* , le soutenoit par son ressort & l'empêchoit de descendre au niveau de celui de l'entrée des boules.

On a mis le tout sur le feu , & le mercure en *B* , est monté également dans des tems égaux dans tous les trois verres ; enforte que lorsque l'eau a commencé à fremir , il étoit neuf pouces plus haut que *B* , & neuf pouces dix lignes lorsqu'elle a été entierement bouillante , après quoi il a cessé entierement de monter. De cette expérience il suit :

1°. Que la chaleur de l'eau bouillante a des bornes qu'elle ne passe point.

2°. Que des masses inégales d'air augmentent également la force de leur ressort par des degrés de chaleur égaux , & au contraire.

3°. Que la chaleur de l'eau bouillante n'augmente la force du ressort de l'air que jusqu'à lui faire soutenir environ le poids de dix pouces en hauteur de mercure , ou de onze pieds huit pouces d'eau plus que le poids de l'atmosphère. Car la quantité dont l'air diminue son ressort en se dilatant pour remplacer le mercure qui monte de *B* en *F* , égale à peu près les deux lignes qui manquent aux dix pouces en cette expérience.

*On suppose que le poids de l'eau est à celui du mercure comme 1. à 14.*

4°. Que si l'air a la liberté de s'étendre , pressé seulement par le poids de l'atmosphère , il n'augmentera son volume par la chaleur de l'eau bouillante que d'environ le tiers de sa masse ; car selon les expériences de M. Mariotte , l'air faisant équilibre par son ressort à des poids proportionnés aux volumes où ces poids se réduisent par leur pression , & ces volumes étant entre eux en raison inverse de ces poids , si la hauteur du mercure est supposée

de 41. pouces, comme en effet dans cette expérience elle le peut être, & que le volume d'air soit exprimé par le nombre 3, lorsque la hauteur du mercure ne sera plus que de 31. pouces, le volume sera  $3\frac{30}{31}$ .

Mais d'autant qu'on suppose ici le poids de l'atmosphère égal à 31. pouces de mercure, ce qui n'est pas en effet, ce poids n'équivalant gueres qu'à 28. pouces de mercure, on doit compter la fraction pour un entier; parce que l'air perdant moins la force de son ressort lorsqu'il est peu chargé, que lorsqu'il l'est davantage, il ne doit pas tant augmenter son volume pour se réduire de la pression de 41. pouces à celle de 31. pouces, qu'il le doit faire en se réduisant de la pression de 38. pouces à celle de 28. pouces.

5°. Que si l'air rarifié par la chaleur de l'eau bouillante n'a pas la liberté d'augmenter son volume jusqu'à être un tiers plus grand, la force de son ressort équivaldra toujours à un poids plus grand que celui de l'atmosphère, & ce poids sera toujours à celui de l'atmosphère en raison inverse de celle des volumes; & si le volume de cet air est exprimé, par exemple, par le nombre 7. & que la hauteur du mercure qui résiste à la force de son ressort soit de 41. pouces lorsque ce volume sera augmenté d'un septième, c'est-à-dire, sera exprimé par le nombre 8. la force du ressort de l'air équivaldra encore à  $35\frac{7}{8}$ . de mercure, & ce qu'il en aura perdu n'équivaldra qu'à 5. pouces  $\frac{1}{8}$  de mercure ou 5. pieds 11. pouces  $\frac{1}{4}$  d'eau, & seulement 5. pieds, 6. pouces, 6. lignes, le calcul étant fait sur 38. pouces au lieu de 41. pouces.

## II. EXPERIENCE.

UNE autrefois les thermometres marquant presque le temperé, on a plongé dans l'eau froide les boules des trois tubes de l'expérience précédente, & le mercure n'est baissé qu'environ une ligne au dessous de B, dans le verre dont la boule est la plus grosse, de deux lignes dans le suivant, & de trois lignes dans celui dont la boule est la

plus petite, après quoi il a cessé entièrement de descendre dans tous les trois verres; on a retiré ensuite ces trois verres de l'eau, & le mercure a continué de descendre d'environ une ligne dans le verre dont la boule est la plus petite, de deux lignes dans le suivant, & d'environ trois lignes dans le verre dont la boule est la plus grosse, enforte que le mercure est resté pendant un tems dans tous les trois verres environ 4. lignes plus bas que *B*, & est remonté en suite peu à peu, à mesure que les boules ont seché.

Cette expérience étant conforme à une autre que je fis il y a douze ans au mois d'Août, où les chaleurs sont fort grandes, avec le zimosimetre, dont on plongea la boule dans l'eau froide, & où l'air cependant ne diminua pas davantage la force de son ressort, il suit :

1°. Que l'air plongé dans l'eau ne diminuë la force de son ressort qu'à ne soutenir qu'une ligne en hauteur de mercure de moins que l'atmosphère.

2°. Que l'air diminuë bien son ressort par la froideur de l'eau à proportion de son volume; mais que les plus grands en perdent moins que les plus petits.

3°. Que l'eau qui est prête à s'évaporer, diminuë la force du ressort de l'air davantage que lorsqu'elle est en assez grande quantité pour l'environner de toutes parts, ce qui se confirme par cette autre expérience du zimosimetre: car en ayant plongé la boule dans de l'esprit de vin, le ressort de l'air diminua & soutint le poids de 4. pouces en hauteur d'eau moins que le poids de l'atmosphère; étant retirée de l'esprit de vin, il diminua encore jusqu'à soutenir cinq pouces d'eau de moins, ce qui faisoit en tout neuf pouces d'eau moins que le poids de l'atmosphère, remise derechef dans l'esprit de vin, le ressort de l'air augmenta des cinq pouces dont il étoit diminué dehors, & mis derechef dehors l'esprit de vin, il diminua derechef des cinq pouces. Cette expérience fut faite au même tems, que celle dont j'ai parlé cy-devant, c'est-à-dire, pendant les chaleurs de l'esté.

4°. Que cette seconde diminution de la force du ressort de l'air se fait aussi à proportion de son volume ; & qu'elle est plus grande dans les plus grands , & plus petite dans les moindres.

### III. EXPERIENCE.

ON a fait construire un cube de fer blanc  $ABCD$ , exactement clos de toutes parts, & partagé en deux également par la séparation  $EF$ , la partie inférieure  $EBCF$ , n'a aucune communication à la supérieure  $A E F D$ , que par le tube  $GH$ , enfermé dans un plus gros  $IL$ , fermé en  $L$ , & embouché & soudé en  $I$ , à la partie supérieure du cube.  $MN$  est un autre tuyau qui pénètre dans la partie supérieure jusques proche le fonds  $EF$ , & est soudé à cette partie en  $O$ , & embouché & soudé par son extrémité  $N$ , à un petit baquet ou réservoir  $P$ , il y a de plus vers  $A$ , un petit robinet pour donner air à la partie supérieure. Ce robinet étant ouvert, on a versé de l'eau dans le petit baquet  $P$ , cette eau est descendue par le canal  $NM$ , dans la partie supérieure du cube, lorsque cette partie en a été toute pleine, on a fermé le robinet, & on a plongé pendant six secondes la partie inférieure du cube dans l'eau bouillante, & une partie considérable de l'eau contenue dans la partie supérieure du cube, poussée par la force du ressort de l'air est montée avec précipitation dans le baquet  $P$ . Au bout des six secondes l'ayant

retirée de l'eau bouillante, l'eau du baquet a commencé à redescendre; mais dans la durée de 300. secondes elle n'étoit pas encore réduite dans l'état qu'elle étoit auparavant. On a ensuite mis cette partie inférieure dans l'eau froide pour achever de réduire l'air à son premier volume, après quoi on l'a derechef mise dans l'eau bouillante pendant six autres secondes, & l'eau est remontée, comme devant dans le baquet *P*, après quoi on l'a plongée dans l'eau froide, & l'air a repris son premier volume en 18. ou 20. secondes, ce qu'on a repeté plusieurs fois, & il est arrivé toujours à peu près la même chose, soit qu'on ait toujours tenu pendant les 18. ou 20. secondes cette partie inférieure du cube dans l'eau froide, ou qu'après l'y avoir trempé on l'ait retiré à l'air. Il suit de cette expérience :

1°. Que les corps durs qui ne sont pas fort épais, comme le fer-blanc, reçoivent très-promptement la chaleur de l'eau bouillante.

2°. Que ce n'est pas toujours la froideur seule du milieu qui détruit l'action de la chaleur, puisque par les expériences précédentes, l'air & l'eau sont à peu près d'une même température.

3°. Que ces corps minces employent environ trois à quatre fois autant de tems à perdre dans l'eau froide la chaleur qu'ils ont reçûe dans l'eau bouillante, qu'ils en ont été à la recevoir.

J'appelle eau froide, celle qui est à peu près d'égale température que l'air.

#### IV. EXPERIENCE.

DANS l'expérience précédente, les tubes *N M G H* n'avoient qu'un pied de hauteur, mais dans la suite on les allongea, enforte qu'ils en avoient huit; & ayant repeté les mêmes expériences, elles ont produit encore le même effet, excepté, que l'eau ne monta pas tout-à-fait en si grande quantité, ce qui devoit nécessairement arriver à cause de la plus grande hauteur ou charge d'eau, qui par son poids s'oppoisoit à la dilatation du volume d'air ren-

fermé dans la partie inferieure du cube.

On mit après cela la partie *BC* sur des charbons ardens, ce qui fit monter l'eau dans le baquet *P*, de même qu'avoit fait l'eau bouillante, mais elle n'y monta pas si promptement à cause que la chaleur ne s'appliquoit immédiatement qu'au fond *BC*, au lieu que dans l'eau bouillante elle s'appliquoit encore immédiatement aux quatre parois *BE*, *BF*, *FC*, *CE*, qui faisoient ensemble une superficie double de *BC*, on ne put pas bien remarquer le tems que l'eau employa de plus à monter dans le baquet *P*, parce qu'on étoit attentif à prendre garde que la soudure du cube ne se fondît, ce qui arriva enfin, mais l'eau étoit pour lors dans le baquet, pour le moins aussi haute qu'elle l'avoit été par l'effet de l'eau bouillante, & auroit monté plus haut sans cela.

Il suit de cette expérience, qu'on peut par la chaleur du feu appliquée immédiatement à la capacité qui renferme l'air, augmenter la force de son ressort beaucoup plus considérablement que par l'eau bouillante, pourvu que ce qui renferme l'air puisse résister à l'action du feu; & que l'effet en est d'autant plus prompt, que l'action s'en fait dans une plus grande étendue.

#### V. EXPERIENCE.

ON a appliqué cinq hommes au mouvement d'une machine, qui en poussant par les leviers où on a de coutume d'atteler les chevaux, employoient toute leur force à la faire mouvoir.

En supposant la force de chaque homme de 200. l. le total est mil livres.

On a ensuite mis des chevaux pour faire travailler cette machine, ils ont travaillé pendant trois mois; & quoiqu'on mît quatre chevaux à la fois, & qu'on les relayât de trois heures en trois heures, & dans la suite d'heure & demie en heure & demie; enforte que chaque cheval ne travailloit gueres que six heures de 24. & ne fit pendant ce tems qu'environ six lieues, ils n'ont pû résister à ce travail, & ils y périroient.

On donnoit à chaque cheval par jour trois bottes de foin de 15. f. un boiffeau d'avoine de 8. f. une demi-botte de paille pour la litiere de 2. f. 6. d. ce qui fait 25. f. 6. d. auxquels il convient ajoûter encore le quart defdits 25. f. 6. d. à cause que de 365. jours qui composent l'année, il y en a près de 86. tant en Fêtes que Dimanches. Il y avoit de plus la paie des valets d'écurie de 5. f. par chaque cheval, & celle du maréchal & du bourlier.

Il suit de cette expérience :

1°. Que pour continuer un semblable travail le jour & la nuit, il auroit fallu seize chevaux ; & qu'on ne peut pas compter qu'un cheval tienne lieu d'une puissance continue de soixante livres faisant une lieuë par heure.

2°. Que la nourriture & l'entretien d'un cheval qui travaille, revient par chaque jour de travail à près de 40. f.

## VI. EXPERIENCE.

LES Ouvriers qui polissent les glaces, se servent pour presser leurs polissoirs d'une flèche ou arc de bois, dont un des bouts qui est arrondi, pose sur le milieu du polissoir, & l'autre qui est une pointe de fer, presse contre une planche de chêne ferme & arrêtée au dessus de leur travail : la simplicité de cette machine fait que toute la force de l'Ouvrier est uniquement employée à expédier son travail. Les polissoirs dont ils se servent le plus ordinairement, sont des trois grandeurs marquées cy-après ; & la pression la plus ordinaire de leurs flèches, est aussi telle qu'il sera dit, ce qu'on a remarqué avec un pezon à ressort en accrochant le crochet du pezon au bout d'en haut de la flèche, & tirant directement vers le bas ; on a remarqué de la même maniere en tirant horisontalement avec le crochet dudit pezon une corde attachée aux manches des polissoirs, qu'il falloit les quantités de force, marquées cy-après pour les faire mouvoir, entre lesquelles la quantité moyenne est d'environ 25. l. Or ces Ouvriers commencent leur travail ordinairement à cinq heures du matin & le finissent à sept heures du soir, prennent en trois tems deux heures



heures pour leur repas; de sorte que de 24. heures ils travaillent regulierement douze heures, interrompuës de 3. heures en 3. heures par leur repas: la volée de leur flèche, c'est à dire, le chemin que fait leur polissoir à chaque fois qu'ils le poussent, ou qu'ils le retirent, est ordinairement d'un pied & demi, & le tems qu'ils emploient à chaque volée, une demie seconde; mais comme ils s'arrêtent de tems à autre, tant pour voir leur travail, que pour broffer & empoter leur polissoir; & en outre qu'ils employent quelques tems à sceler & retourner leurs glaces, cela emporte encore environ le sixième du tems de leur travail, si bien que des douze heures, on n'en doit gueres compter que dix, pendant lesquelles leur travail équivaît à l'élevation continuelle d'un fardeau de 25. l. à trois pieds par seconde.

Il suit de cette experience: Que pour entretenir un semblable travail pendant 24. heures, il faudroit deux hommes; & qu'ainsi un homme seul ne tient lieu que d'une puissance continuelle de 12 l.  $\frac{1}{2}$  faisant  $\frac{1}{4}$  de lieuë par heures; c'est à dire, environ la sixieme partie du travail d'un cheval.

Voici les experiences qui ont été faites avec des polissoirs de differentes grandeurs, pressez par des flèches de differentes forces.

Un polissoir de 6. pouces de surface, pressé de 28. l.; a été tiré par 23. dans son fort, c'est à dire, lorsque la flèche étoit à plomb ou au milieu de sa volée, & par 20. l. dans son foible.

Le même pressé de 30. l., a été tiré par 26. l. dans son foible.

Un autre polissoir de 11. pouces de surface, pressé de 28. l., a été tiré par 25. l. dans son fort, & par 23. l. dans son foible.

Un autre polissoir de 24. pouces de surface, pressé de 28. l., a été tiré par 25. l. dans son fort, & par 23. l. dans son foible.

Le même chargé de 30. l., a été tiré par 28. l. dans son fort, & par 25. l. dans son foible.

Par ces experiences on peut remarquer , en passant , que c'est une erreur de croire , que les frottemens dans les machines augmentent ou diminuent à proportion que les parties qui frottent , ont plus ou moins d'étendue , & que la rouë , par exemple , d'un moulin tourne d'autant plus facilement , que ses tourrillons ont moins de longueur , ce qui d'ailleurs est une mauvaise construction , à cause qu'ils mangent incontinent les boëtes dans quoi ils tournent. Mais que ces frottemens augmentent ou diminuent à proportion des fardeaux qui sont mûs , & de la raison de la longueur des leviers qui servent à les mouvoir à la longueur de ceux sur lesquels ils s'appuient.

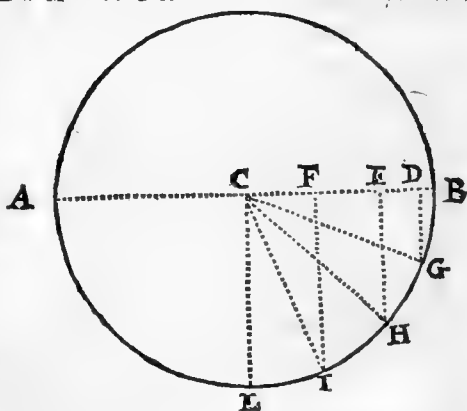
J'aurois bien souhaité avoir eu occasion de faire les mêmes experiences avec des pieces de fer , de cuivre , & de bois , sur des plans de pareille matiere , parce qu'on auroit pû en déduire des regles très importantes pour calculer les frottemens dans les machines.

#### PROBLEME.

ETANT donnez tant de poids égaux qu'on voudra  $B, G, H, I, L$ , sur la  $\frac{1}{2}$  circonference d'une rouë verticale, depuis la ligne à plomb qui passe par le centre de la rouë, trouver la force résistante, qui appliquée à la circonference de la rouë, fasse équilibre aux poids donnez.

SOLUTION DEMONSTRÉE. Soit le diamètre horizontal  $AB$  à cause des rayons égaux  $AC, CB$ , un poids égal à  $B$ , appliqué en  $A$ , fera équilibre au poids  $B$ .

De plus les poids qui pendent aux extremittez d'une balance étant entre eux, ainsi qu'il est démontré dans les Mécaniques , en raison reciproque de leur distance du point d'appui, un



poids qui sera au poids  $B$ , comme  $CD$ . égal au sinus droit de l'angle  $GCL$ , au raïon  $CB$ , fera équilibre au poids  $G$ .

Par la même raison un poids qui sera au poids  $B$ , comme  $CE$ ,  $CB$ , fera équilibre au poids  $H$ , un autre poids qui sera à  $B$ , comme  $CF$ ,  $CB$ , fera équilibre au poids  $I$ , & ainsi des autres en quelque quantité qu'ils puissent être, si bien que le poids  $Z$ , étant dans la ligne à plomb, n'a besoin daucun poids en  $A$ , pour lui faire équilibre; or comme en quelque endroit de la circonference de la rouë que la force résistante soit appliquée, elle est toujours censée agir par la direction d'une tangente à l'extrémité d'un raïon égal à  $AC$ , il suit, que la force résistante, ou la somme des poids qui appliquez en  $A$ , font équilibre aux poids donnez, est à ces mêmes poids comme la somme des sinus droits des angles, dont ces poids s'éloignent de l'aplomb du centre de la rouë, au sinus total multiplié par le nombre des poids. *Ce qu'il falloit démontrer.*

### DESCRIPTION DU MOYEN

*de se servir commodement du feu pour mouvoir les machines.*

TOUT ce que dessus posé, si  $A, B, C, D, E, F$ , &  $1, 2, 3, 4, 5, 6$ , & sont deux rangées circulaires & concentriques de cellules disposées autour d'un axe horizontal & mobile  $G$ , & exactement clauses de toutes parts, excepté que chacune des cellules  $A, B, C, D, E, F$ , & puisse se communiquer à chacune des cellules,  $1, 2, 3, 4, 5, 6$ , & par le moïen des tubes  $HI, LM, NO, PQ, RS, TV$ , & & que les cellules  $1, 2, 3, 4, 5, 6$ , & aient communication les unes aux autres par les soupapes  $7, 8, 9, 10, 11, 12$ , & qui sont toutes posées & s'ouvrent toutes d'un mêmes sens, en sorte qu'elles permettent à l'eau l'entrée de la première à la seconde cellule, puis de la seconde à la troisième, de la troisième à la quatrième, de la quatrième à la cinquième, de la cinquième à la sixième; & ainsi de suite jusqu'à la dernière, & derechef de cette dernière à la première; mais qu'elles la lui refusent du sens contraire.

FIG. 4.

Si de plus les cellules  $A, B, C, D, E, F$ , & n'ont directement aucune communication entr'elles, & que deux des cellules  $1, 2, 3, 4$ , & aient deux ouvertures comme  $X, Y$ , par où on les ait emplies d'eau, & qu'ensuite on ait refermé exactement ces ouvertures, si la capacité de chacune des cellules  $1, 2, 3, 4, 5, 6$ , & est à peu près la septième partie de celle des cellules  $A, B, C, D, E, F$ , & que la force résistante soit supposée faire équilibre avec l'eau des cellules  $1, 2$ , si enfin on applique en  $BB$ , la flamme sortant du fourneau  $AA$ , poussée par l'air qui entre par la grille du fourneau, & que le bas du tambour fait des cellules  $AB CDE F$  & trempe dans l'eau froide du réservoir & &, je dis :

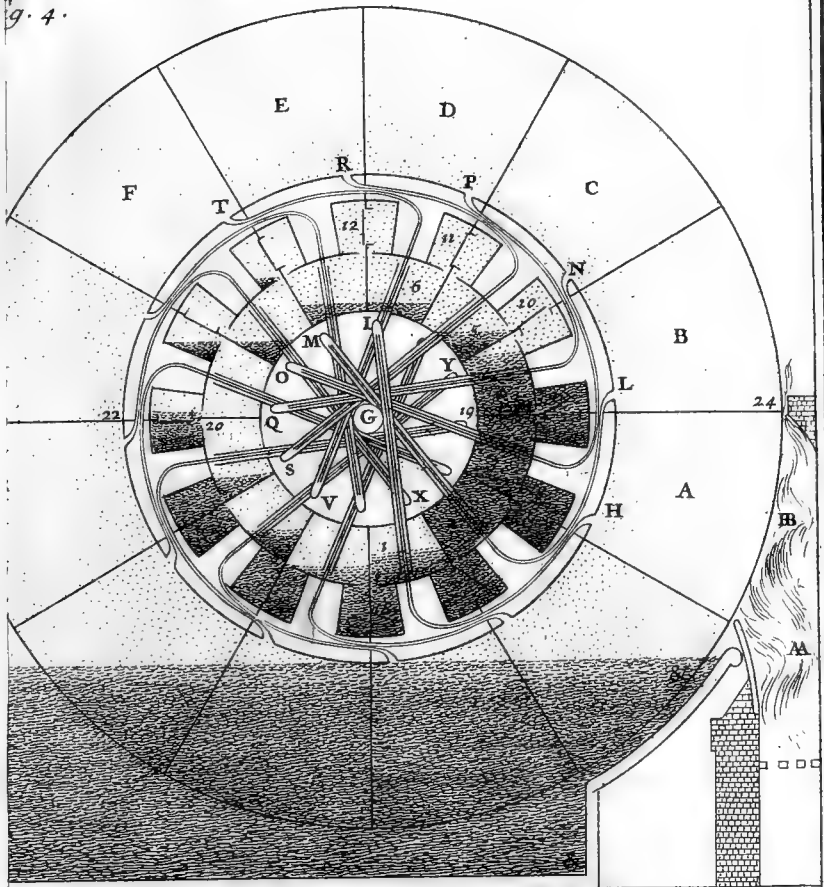
1°. Que l'air de la cellule  $B$  augmentera son ressort suffisamment pour soutenir non seulement la hauteur d'eau  $IT$ , mais encore pour faire passer l'eau de la cellule  $1$ , en la cellule  $3$ . si cette hauteur  $IT$ , n'est qu'à peu près de cinq pieds.

2°. Que le poids de cette eau fera tourner toute cette construction du sens  $B A F$ , autour du centre  $G$ , si la force résistante est moindre que ce poids.

3°. Qu'à mesure que par le mouvement autour du centre  $G$ , l'eau en  $Y$ , tend à descendre, de nouvelles cellules se présentent en  $BB$ ; & de nouvel air, augmente son ressort pour la repousser & la soutenir à la hauteur suffisante, pour que son poids soit continuellement supérieur à la force résistante; pendant quoi l'air qui avoit été dilaté, reprend son premier volume, à mesure que les cellules qui le contiennent, passent à travers l'eau du baquet & &, & delà à travers l'air où il acheve de se réduire, pour être de nouveau dilaté toutes les fois que ces cellules reviennent en  $BB$ , car par la première & quatrième expérience, l'air augmente son ressort d'une quantité équivalente à une charge de onze pieds huit pouces en hauteur d'eau : Or de ces onze pieds huit pouces, suivant la règle de M. Mariotte pour la pression de l'air, il n'y en a que 10. pouces &  $\frac{1}{2}$  d'employez à la pression nécessaire pour faire

## MOULIN A FEU

g. 4.

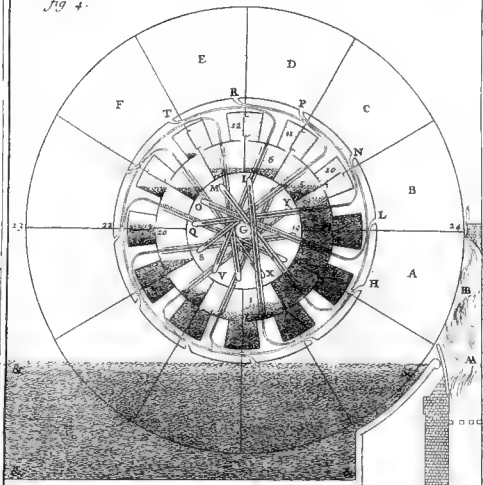


Feu en **B** dilate l'air enfermé en **A**, et le faisant passer par le canal **HI**,  
 qu'en pressant la surface de l'eau en **1**, la soupape **18**, se ferme, et les-  
 apes **7. 8. et 9.**, s'ouvrent pour laisser monter l'eau vers **Y**, et charger ce-  
 ce qui fait mouvoir la roue sur son centre **G**, et succéder la cellule **B**,  
 cellule **A**, pendant que cette dernière entre dans l'eau & pour faire re-  
 dans son premier état l'air qu'elle contient  
 il est démontré qu'en faisant **Q 19**, de 8 pieds, 20. 21. de 12, 22 **L** de 18,  
 24. de 30, le tout sur une profondeur de 12. pieds, et que la chaleur en **B**  
 gale à celle de l'eau bouillante; ce moyen tient lieu de 39. chevaux

# MOULIN A FEU

Mem. de 1699. Page 123.

fig 4.



Le feu en B dilate l'air enfermé en A, et le faisant passer par le canal H, fait qu'en pressant la surface de l'eau en I, la Soupape 18, se ferme, et les Soupapes 7 8 et 9, s'ouvrent pour laisser monter l'eau vers X, et charger ce côté, ce qui fait mouvoir la roue sur son centre G, et succéder la cellule B, à la cellule A, pendant que cette dernière entre dans l'eau & pour faire revenir dans son premier état l'air qu'elle contient

Or il est démontré qu'en faisant Q 19, de 8 pieds, 20 21. de 12, 22 L de 18, et 23. 24. de 30, le tout sur une profondeur de 12 pieds, et que la chaleur en B soit égale à celle de l'eau bouillante; ce moyen tient lieu de 39 chevaux

place à l'augmentation des volumes d'air dilatez par la chaleur du feu, qui joints à 5. pieds 6. pouces  $\frac{1}{2}$ , que cette augmentation fait perdre au ressort de l'air dilaté, par le cinquième corollaire de l'expérience première, font en tout six pieds, 4. pouces 10. lignes, qui ôtez de 11. pieds, 8. pouces, reste encore 5. pieds 3. pouces 2. lignes de hauteur, à laquelle le ressort de l'air dilaté par une chaleur égale à celle de l'eau bouillante peut soutenir l'eau en 7.

Maintenant par le Problème précédent, la force résistante appliquée en quelque endroit de la circonférence, qui passe par le milieu des cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, & est au poids de cette eau, à peu près comme 11. à 14; & si ce poids est de douze milliers, cette force résistante fera de 9428.  $\frac{4}{7}$ . Or en donnant douze pieds de diamètre au tambour fait des cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, & sur une pareille longueur de douze pieds; & deux pieds de profondeur pris du côté du centre de la rouë, ces cellules renferment une espace de 754. pieds cubes  $\frac{2}{7}$  dont le  $\frac{1}{4}$  est 188.  $\frac{4}{7}$ , qui multipliez par 70. l. poids d'un pied cube d'eau, donnent 13200. l. mais comme dans les machines la force mouvante doit être supérieure à la force résistante, & qu'il y a toujours quelque frottement, à surmonter, les 1200. l. doivent être comptez pour cela; si bien que l'effet de ce mouvement peut être réputé de 9428.  $\frac{4}{7}$ , ce qui équivaldroit au moins, par la cinquième expérience, à la force de 157. chevaux, si la force résistante faisoit une lieuë de chemin par heure; mais comme il faudroit pour cela, que toute cette construction fit 400. revolutions par heure, c'est à dire, n'employât que neuf secondes à chacune; au lieu que par l'expérience troisième, elle ne peut en employer moins que 36. il suit que ce moïen tiendrait encore lieu au moins de 39. chevaux, ou de 234. hommes, par l'expérience sixième; ce qui suppose que le degré de chaleur ne soit qu'égal à celui de l'eau bouillante, car autrement l'effet en deviendrait d'autant plus considerable, que ce degré de chaleur seroit plus grand; & que le profit qu'il y auroit à se servir de cette espece de moulin à feu, seroit d'autant plus

considerable, que le prix du bois qu'on y consommeroît en 24. heures , seroit au dessous de 78. l. ce qui seroit d'autant plus facile à faire , que ce travail n'empêcheroit pas que ces fourneaux ne servissent à d'autres usages , comme à des vitrifications , à des fontes de métaux , & à d'autres opérations de Chymie ou d'ouvrages mécaniques , où le feu est nécessaire.

Comme je n'entreprends maintenant que de prouver la possibilité de se servir du feu pour mouvoir regulierement les machines , ce que je crois avoir suffisamment fait , il me paroît pour le present inutile d'entrer dans un plus grand détail de construction ; d'autant plus que les difficultez qui pourront dans la suite m'être objectées , me donneront occasion de la perfectionner. Je me contenterai seulement de dire encore ici , qu'il convient que les cellules qui contiennent l'air , soient faites de grandes tables de cuivre rivées & luttées ; & que tout le reste , excepté les tubes de communication , peut être de bois,

Les avantages de ce moyen, sont :

1. De pouvoir cesser & reprendre le travail quand on veut , sans demeurer chargé du soin & de la nourriture des chevaux , & de n'en point supporter la perte ni le dépérissement.

2. D'avoir toujours une puissance égale & sans interruption si on ne veut , ce qui ne peut être en se servant des moulins à vent , ou à eau , les uns étant souvent arrêtés faute de vent , & les autres par les glaces & débordemens d'eau.

3 Enfin de n'être point sujet aux lieux , parce qu'on trouve presque par tout des matieres combustibles.



## DESCRIPTION

## D'UN NIVEAU

*Dont se sert M. COUPLET, plus exacte en cette  
troisième Edition.*

C E Niveau est composé d'une lunette *AB*, de deux 27. Juin,  
vaisseaux *CD* joints ensemble par un ou deux tuyaux 1699.  
*oo*, que j'appelle *canal*; de deux autres vaisseaux *ob*, *oc*,  
appelés *calbasses*, parce qu'ils portent la lunette, & flot-  
tent dans l'eau dont on emplit ce canal. La lunette a deux  
pieds huit pouces de longueur; son tuyau doit être de fer  
blanc, quoi qu'on fit tout le reste de cuivre. Dans un bout  
*A* de ce tuyau, comme en tous les autres tuyaux de lu-  
nettes, on met le verre appelé *objectif*; & dans l'autre  
bout *B* on met trois oculaires, si l'on veut que la lunette  
soit à quatre verres. Un seul oculaire suffiroit ici, parce qu'il  
n'importe point que l'objet soit renversé, ou non. Les Lu-  
netiers mettent ordinairement les trois oculaires dans de  
petites boîtes à vis *5*. qu'ils collent & ajustent dans un  
tuyau de carton appelé *Porte-oculaire*, & ils le poussent dans  
le bout *B* du tuyau de la lunette.

PLAN. I.

Telle que soit la lunette du Niveau, elle n'est différente  
des autres, qu'en ce que l'on voit dedans une barre qui la  
traverse diametralement & horizontalement. Cette barre  
n'est autre chose qu'un cheveu tendu en tel endroit *c*, que  
celui qui regarde dans la lunette le voye très-nettement sur  
les objets où il la pointe.

PLAN. II.

Ce cheveu est tendu au milieu d'un anneau, ou d'une cou-  
ronne de fer blanc *4*. dont le plus grand diametre est égal  
à celui des oculaires de la lunette, afin qu'on puisse la met-  
tre dans une boîte à vis comme chaque oculaire. Sur le  
bord de cette couronne sont faites deux petites incisions,  
qu'on couvre de quelques gouttes de cire après y avoir en-  
tortillé les bouts du cheveu.

Mais parce qu'il faut quelquefois tourner & retourner le Porte-oculaire , pour mettre le cheveu horizontal , & que ce tournoyement diviserait ou décollerait les boîtes 5. je mets ce Porte-oculaire dans un bout de tuyau de fer-blanc 6. que j'appelle *Foureau du Porte-oculaire* ; & au bout de ce fourreau je fais fonder une forme d'entonnoir qu'on empoigne pour tourner sans crainte le Porte-oculaire comme on veut ; & je mets ce fourreau avec le Porte-oculaire dans le bout *B* de la lunette.

Il est aisé de conclure que le bout *B* de la lunette est bien plus pesant que le bout *A* ; pour contrebalancer ce plus grand poids , on soude un anneau de plomb à ce bout *A*.

PLAN. II. On voit en *C* & *D* la coupe verticale des deux vaisseaux *C D* qui sont en la première planche. Ces vaisseaux ont , comme on voit , un peu au-dessus du milieu de chacune de leurs faces quarrées des pointes rentrantes en dedans d'environ une ligne , qu'on a un peu adoucies ; l'eau dont on emplir ces vaisseaux a communication de l'un à l'autre par deux tuyaux *o o* , dont on voit les bouts soudés au-dessus de la jointure de leurs parties quarrées avec leurs parties pyramidales tronquées , un seul tuyau suffiroit , mais deux maintiennent mieux ces vaisseaux.

Les calbasses *o b* , *o c* ont le diametre de leur partie cylindrique plus petit de trois à quatre lignes que chaque côté des quarrés *C D* , pour flotter librement entre les pointes de chacun de ces vaisseaux. Leur hauteur jusqu'au bord de leur couverture , ( qui doit être faite en dôme fort plat , sans l'être assez pour voir rester de l'eau dessus , ) est plus petite d'environ deux pouces que la profondeur des vaisseaux *CD* : Ces calbasses doivent être si bien soudées qu'il n'y entre aucune goutte d'eau ; & pour s'assurer de cette condition absolument nécessaire , on doit les voir étamées en dedans avant qu'on les ait couvertes de leurs dômes.

Quand elles sont couvertes , on emplir d'eau le canal ; on les met dedans ; & pour les faire flotter droites , on y fait

fait tomber du plomb à gibier par un petit trou qu'on a fait sur leurs dômes , puis on bouche ces trous d'un tampon de cire. J'ai choisi cette espece de lest ou charge , parce que malgré quelque bosse ou quelque autre accident qu'il arrivât à ces calebasses , on les feroit toujours flotter droites en les secouant pour faire rouler d'un côté le trop de plomb qui se seroit mis de l'autre , ce qu'on ne pourroit faire si elles étoient chargées de quelque liquide. Si on voyoit que pour de foibles causes elles cessassent de flotter droites , on les feroit enfoncer davantage en faisant tomber dedans plus de plomb.

Le tuyau de la lunette *AB*, qu'on voit posé sur les dômes des calebasses , doit être , comme nous avons dit , de fer-blanc , matiere bien plus legere que le cuivre , pour avoir au-dessous du centre de gravité de ces calebasses leur plus grand poids ; & partant les rendre plus capables de résister à ce qui les empêcheroit de flotter droites.

Pour asseoir le tuyau de la lunette sur les dômes *ob, oc* des calebasses , on tache de l'y faire tenir pendant le moment qu'il faut pour marquer l'endroit où l'on doit faire souder des croissans , comme on en voit sous *A & B*, & mieux en la figure 8. Ces croissans sont fendus d'une ligne d'ouverture , qui est prolongée jusqu'à quelques lignes près des dômes ; & c'est près de la soudure de ces croissans sur les dômes que sont les trous par où l'on charge ces calebasses.

PLAN. II.

Les croissans étant soudés , la lunette étant mise dedans , son bout *B* étant éloigné du bout du canal autant qu'il est nécessaire pour mettre l'œil à l'oculaire de cette lunette , & ayant observé que cette position de la lunette n'empêche pas que les calebasses flottent droites & très-librement entre les quatre pointes rentrantes , on fait au travers des fentes de ces croissans quatre repaires sur le tuyau de la lunette ; sur ces repaires on fait souder des aîles 7. tellement limées & ajustées qu'elles entrent librement jusqu'au fond des fentes des croissans , & portent toutes également la lunette à quelques lignes au dessus du fond de ces croissans. On fait former en dos d'âne le bas de ces quatre

aîles, & l'on applanit le fond des quatre fentes, le tout avec la lime douce : ces aîles servent à tenir toujours la lunette dans la même position sur les calebasses.

Avant de dire ce qu'il reste à faire pour la perfection de ce Niveau, je donnerai la description de son pied.

*M*, est la section d'une portion de Sphere, prise dans un tronçon d'Orme ou d'autre bon bois. Sous cette portion de Sphere, ou sur sa section représentée en *o, p, q*, dont il est commode que le diametre n'excede pas la hauteur du canal, on attache trois branches de fer forgées ensemble, ayant à chacun de leurs bouts une charniere & une vis; ces vis *p, o, q*, entrent dans trois dotiilles qui sont aux bouts des trois bâtons qui portent cette portion de Sphere *M*. Quant aux autres bouts de ces bâtons, il n'est pas avantageux qu'ils soient ferrés.

PLAN. II.

Ce pied étant dressé à peu près horifontalement, ce qui se fait en écartant ou approchant l'un ou l'autre des bâtons, l'on met dessus le support *ESF* du canal. C'étoit d'abord une planche épaisse d'environ deux pouces, & qui avoit autant de largeur que la portion de Sphere *M* a de diametre; son plan *ESF* & son profil *G r K t H* montrent combien on a élegi cette planche en vidant les quarrés *E, F*, ou *G, H* pour faire entrer justement dedans les vaisseaux *C D*, jusqu'à leur cordon *o, o*. Les côtés de ces quarrés qui sont aux deux bouts du support, sont seulement ferrés, comme on voit en la premiere Planche, d'un lien de fer qu'on a mis autour des bouts du support, non pas tant pour fortifier ces bouts, que pour n'avoir pas ce support plus long que le canal qu'il porte. Ce profil montre encore qu'on a rendu ce support plus léger, en fottillant dans son épaisseur une concavité *r K t* si profonde qu'elle n'ait que le bord *r t* de sa circonference qui frotte sur la convexité de la portion de Sphere *M*, afin de n'avoir pas beaucoup de frottemens à vaincre quand on tournera de côté & d'autre l'instrument qui sera sur ce support; on voit encore dans ce support d'autres parties délardées de *G* en *r*, & de *t* en *H* pour l'élegir davantage.

Avant que d'attacher sous la portion de Sphere *M* les trois branches de fer *o*, *p*, *q*, on traverse cette portion de Sphere d'un boulon que l'on voit assés long pour traverser aussi l'épaisseur du support, & l'on fait le trou *K* ou *s* beaucoup plus grand qu'il n'est nécessaire pour la grosseur de ce boulon, afin de pouvoir pousser ou tirer de côté ou d'autre ce support sur son pied *M*, pour empêcher que l'eau dont on emplit le canal ne se répande par dessus quelques-uns de ses bords.

On dresse ensuite l'instrument, comme on le voit, en un lieu commode pour découvrir plusieurs objets fort éloignés, sans toutefois qu'ils le soient trop, pour bien distinguer si le cheveu qui est dans la lunette se repose sur le faîte 5. de quelque bâtiment; sur la fermeture 7. de quelque cheminée, sur quelque couronnement d'ouvrage 8. sur quelque élévation enfin bien terminée & isolée; car en quelque repos que soit le cheveu, il a toujours de petites vibrations qui laissent échaper entre lui & la plus grande hauteur des objets où il est pointé, un filet de lumière qui fait mieux juger si le cheveu ne fait que s'appuyer. Ces objets ainsi choisis sont d'autant plus nécessaires, qu'un cheveu qui n'a gueres de grosseur que la vingt-quatrième partie d'une ligne, couvre environ un pied de l'objet, qui est à près de trois mille toises de l'Observateur.

PLAN. I.

Pour voir si le cheveu rase constamment le même objet, on interrompt son repos, en donnant quelque petit coup contre le canal, ou contre quelques calebasses, puis on observe s'il reprend la même place; ou pour plus grande preuve, on enlève la lunette hors de ses croissans, & on l'y remet.

Il faut avoir soin qu'il n'y ait point d'eau sur les dômes des calebasses, rien qui empêche les aîles 7. de poser sur les fonds des croissans; que l'eau dans le canal soit assés haute, pour ne pas craindre que les calebasses touchent au fond, ni que quelque bout de la lunette touche sur quelque bord du canal.

Si l'on voyoit qu'entre plusieurs observations, il y en eût quelqu'une où le cheveu ne retourât pas précisément sur

le même objet, on pourroit soupçonner que la différence vient des réfractions, qui souvent & d'un moment à l'autre sont différentes; sur tout quand il pleut, quand il fait très-chaud ou très-froid; quand le rayon visuel qui part de l'instrument passe d'un lieu où il y a du broüillard, en un autre où il n'y en a point.

Quoique le cheveu retournât constamment sur le même objet, on ne peut encore conclure que cet objet soit de niveau avec l'œil de l'Observateur; mais seulement que les rayons visuels  $H\ 9$ . dirigés par cet instrument sont toujours des angles égaux  $9\ HO$ , avec un plomb  $HO$ , qu'on s'imagine descendre de l'œil de l'Observateur au centre de la Terre.

Avec cet instrument mis en l'état que nous venons de dire, on peut trouver tant de points de niveau vrais entr'eux qu'on en veut, pourvu que les lieux sur lesquels on pointe la lunette soient également éloignés de l'instrument.

Pour en avoir seulement deux, avec lesquels nous dirons comment on donne toute la perfection qu'on puisse désirer, faites planter droit une perche  $C\ 4$ . à 300. ou 400. toises de l'instrument sur le bord d'une rivière, d'un lac ou d'un canal, le long duquel votre Aide vous présentera un signal, c'est-à-dire, un petit quarré de fer, blanchi d'un côté & noirci de l'autre; car en quelque situation on voit mieux le noir que le blanc: faites hausser ou baisser ce signal, jusqu'à ce que le cheveu de votre lunette rase son bord supérieur 4. & compter combien il y a de pieds, de pouces & de lignes depuis ce bord 4. jusqu'à la base de cette perche  $c$ ; puis l'Aide ira présenter de même en un autre lieu  $e$  aussi écarté de l'instrument que l'est  $c$ , un autre signal 5. & connoissant par votre signe que le cheveu de votre lunette rase le bord de son signal, il écrit combien il y a de pieds, de pouces & de lignes de ce bord 5. jusqu'à la base  $e$  de sa perche.

Par le moyen de ces points 4. & 5. qu'il est aisé de trouver avec toutes sortes de niveaux, quelques défectueux qu'ils soient, voicy comment on peut ajuster l'instrument, & le dégager de l'importune nécessité de choisir toujours des points également éloignés de lui.

Faites porter l'instrument tout près d'une des perches *c 4.* ou *e 5.* & faites compter combien il y de pieds, de pouces & de lignes du bord supérieur du signal *4.* jusqu'en *P*, où vous aurés remarqué qu'est le centre de l'objective de votre lunette, ou que le cheveu est coupé par la perche *c 4.* que votre Aide ensuite aille mettre sur la perche *e 5* un signal *4.* autant au-dessous de *5.* que *p* est au-dessous de *4.* puis tournés l'objective de la lunette de votre instrument vers *q*, sans rien changer au pied de cet instrument.

On voit que les lieux propres à planter ces deux perches devoient être choisis le long d'une rivière, afin que leurs bases ne soient pas bien éloignées d'être de niveau entr'elles. Ayant ainsi sur l'une & l'autre de ces perches deux autres points *p, q*, aussi de niveau vrai entr'eux, comme le sont les points *4.* & *5.* regardés si le cheveu de la lunette qui est en *p* rase le bord supérieur du signal *q*. S'il le rasoit, l'instrument seroit parfait; mais ce seroit un grand hazard. Si le cheveu se repose plus haut que *q*, ôtés du plomb de la calebasse *o c*; ou si elle ne vous paroïssoit pas trop enfoncée dans l'eau du canal, mettés-en dans la calebasse *o b* qui porte l'objective. Otés-en enfin de l'une, ou mettés-en dans l'autre, jusqu'à ce que le cheveu de la lunette approche du signal *q*; puis on recommence à remarquer où le cheveu de la lunette est coupé par la perche *c 4.* on compte comme dans l'opération précédente, combien il y a de pieds, de pouces & de lignes depuis le signal *4.* jusqu'à ce point, & on fait placer sur la perche *e 5.* un signal autant au-dessous de *5.* que le centre de la lunette se trouve au dessous de *4.* & si l'on observe que le cheveu rase le bord de ce signal, on peut conclure que l'instrument est parfait; sinon diminués peu à peu avec un couteau, & non avec une rape, l'anneau de plomb soudé en *A*; chargés ou déchargés les calebasses, & répétés ces opérations jusqu'à ce que la mesure du point de niveau *4.* au centre de la lunette, soit égale à la mesure du point de niveau *5.* à celui où son cheveu coupe la perche *e 5.* & alors vous sèrés sûr que les raisons visuels que l'instrument dirige, soit longs, soit courts, sont des angles droits avec les lignes *HO*,

qui seroient imaginés descendre de l'œil de l'Observateur au centre de la terre. C'est tout ce qu'on peut demander d'un instrument des plus justes qu'on ait encore eu.

*L'échelle qu'on voit au bas de la seconde Planche, donne les mesures de chaque partie de ce niveau. Si la longueur du support & celle de ses trois pieds sont réduites à la longueur du canal, & si le diametre de la portion de Sphere est réduit à la largeur du support & à la hauteur des deux vaisseaux du canal, ce n'est que pour enfermer le tout dans une caisse.*

## Q U A D R A T U R E D'UNE INFINITE'

*De Segmens, de Secteurs, & d'autres Espaces de la  
Roulette ou de la Cycloïde vulgaire.*

Par M. BERNOULLI, Professeur des Mathématiques  
à Groningue.

11. Juillet  
1699.

**S**Uivant Toricelli il y a précisément cent ans que cette fameuse Courbe fut imaginée par Galilée son Maître, à qui il semble en attribuer l'invention. Quoiqu'il en soit, on peut dire avec vérité, que c'est particulièrement en France qu'elle a acquise sa plus grande réputation. Car il est constant que le P. Merfenne la divulga le premier en la proposant à tous les Géometres de son tems; lesquels s'y appliquant à l'envie, y firent alors plusieurs découvertes: en sorte qu'il étoit difficile de juger à qui étoit dû l'honneur de sa premiere invention. Delà vint cette célèbre contestation entre Messieurs de Roberval, Toricelli, Descartes, Lalovera, &c. qui fit alors tant de bruit parmi les Sçavans. Depuis ce tems-là à peine a-t-on trouvé un Mathématicien tant soit peu distingué, qui n'ait éprouvé ses forces sur cette ligne, en tâchant d'y découvrir quelque nouvelle propriété. Les plus belles nous ont été laissées par Messieurs Pascal, Huggens, Wallis, Wren, & quelques autres. Son identité avec sa développée, les chûtes en tems égaux par des arcs inégaux de cette Cour-



Premiere Planche

Fig. 1.<sup>re</sup>

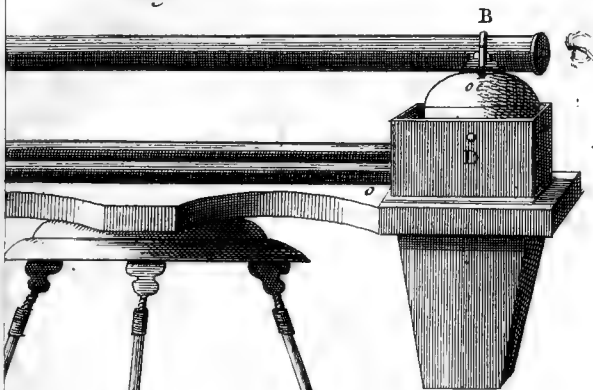
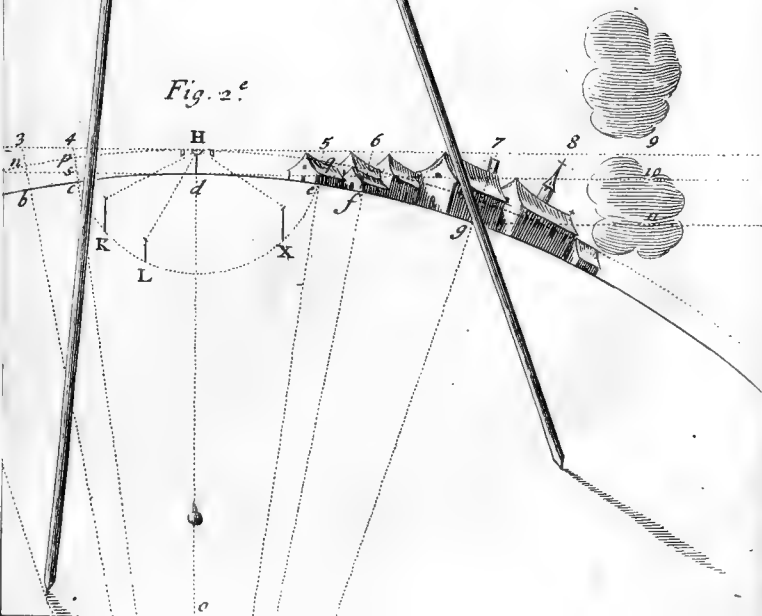


Fig. 2.<sup>e</sup>



Première Planche.

Fig. 1<sup>re</sup>

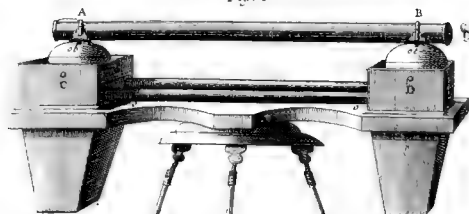
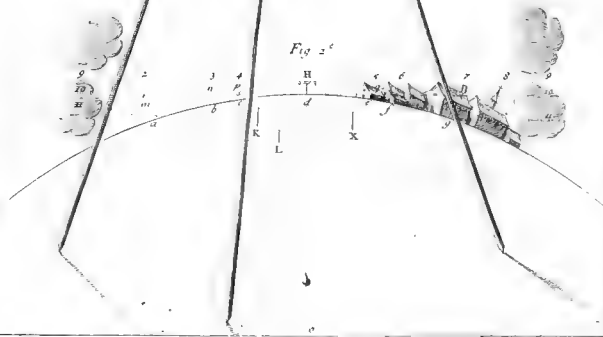
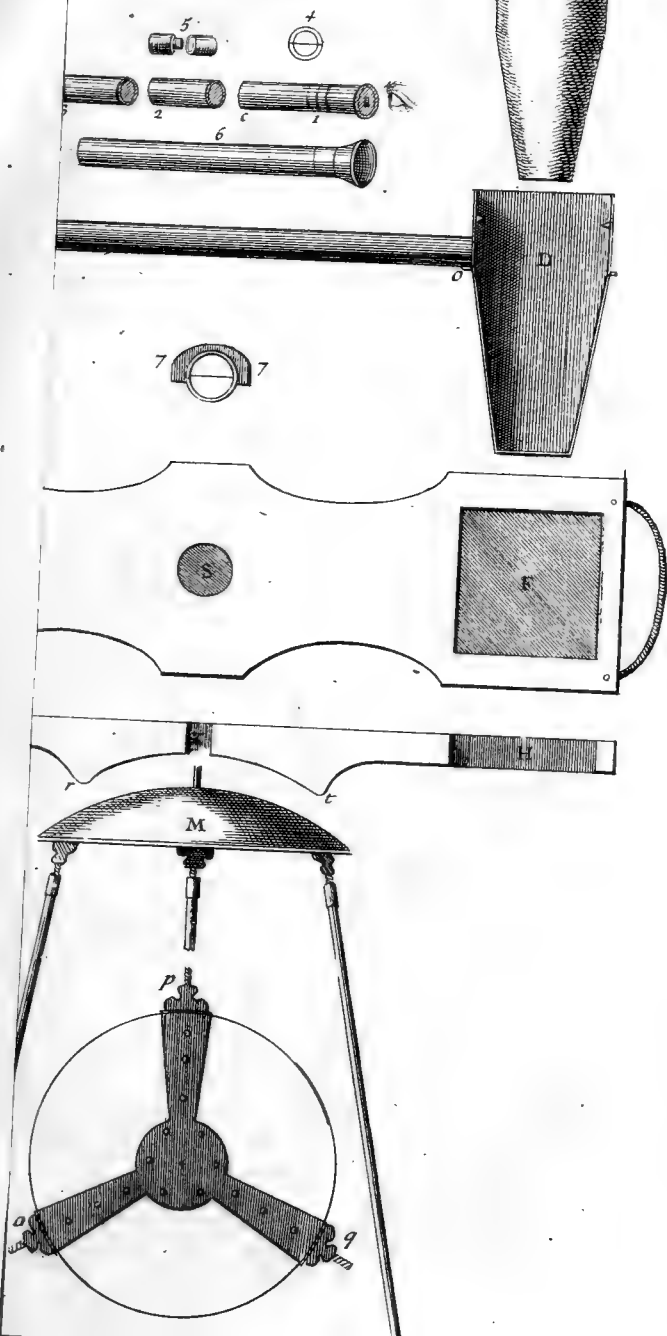


Fig. 2<sup>e</sup>

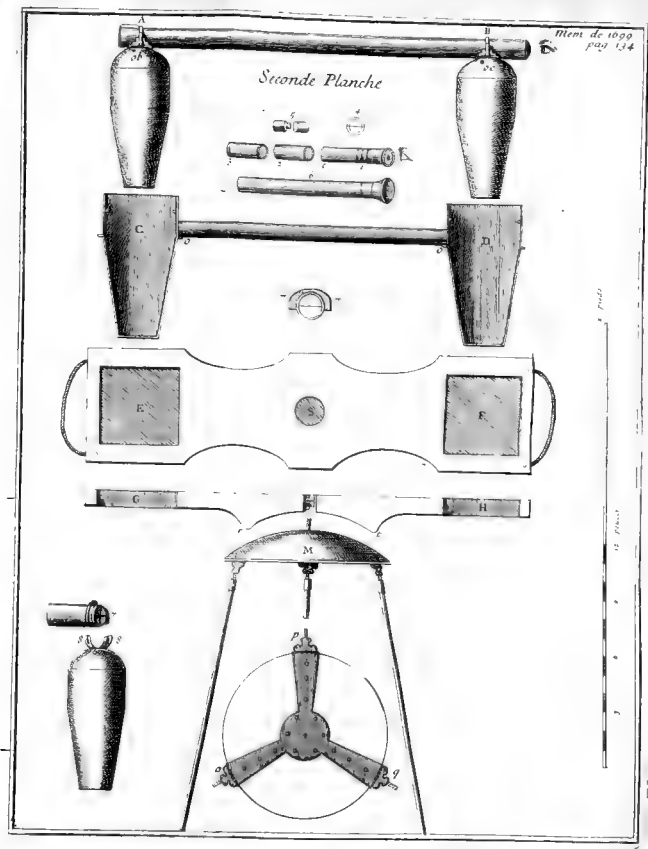


Seconde Planche



Mém de 1099  
page 134

Seconde Planche



be, & la plus vîte descente à la quelle nous l'avons trouvée propre dans ces derniers tems, en font sans contredit les plus remarquables & les plus utiles par les usages qu'elles peuvent avoir dans la Mécanique; comme il paroît dans l'admirable invention des Pendules.

Quant à celles qui sont purement speculatives, il n'y en a pas une qui ait tant excité l'admiration des Sçavans, que la Quadrature d'un seul segment de cette Cycloïde, d'autant plus qu'on démontre que sa Quadrature indéfinie est impossible sans celle du cercle dont elle dépend : Cette propriété a même paru trop belle à M. Wallis ( jaloux de la gloire de sa Nation, ) pour pouvoir reconnoître que M. Huggens soit le premier inventeur de cette Quadrature; puisqu'il fait tous ses efforts pour l'attribuer à son M. Wren. C'est apparemment ce qui a donné occasion à M. Leibnitz d'aller plus avant, & de chercher cet autre segment quarrable oblique, qu'il a publié autrefois dans les Journaux. Mais ces deux segmens sont tout ce qu'on a crû jusqu'ici de quarrable dans la Cycloïde ordinaire; & même M. Tschinhaus se persuadoit avec tant d'assurance que c'étoient les seuls qui le fussent, qu'il avance hardiment dans les Actes de Leipzik de l'année 1687. page 526. que la Cycloïde n'a pas un nombre infini d'espaces quarrables.

Pour desabufer donc ceux qui pourroient être de son sentiment, je me crois obligé de démontrer ici le contraire par la découverte que je fis il y a déjà quelque tems, des Quadratures d'une infinité non seulement de segmens, mais aussi de secteurs, & d'autres sortes d'espaces de cette Courbe, & d'en laisser l'examen & le jugement à l'illustre Académie des Sciences, avant que de la rendre publique. Car, comme selon toutes les apparences, ce sera la dernière observation qu'on aura faite dans ce siecle au sujet de nôtre Cycloïde, il est juste qu'après une durée de cent ans, qu'elle a continuellement exercé les Mathématiciens de toute l'Europe, elle retourne maintenant porter ce dernier éclat en France où elle a pris son premier lustre.

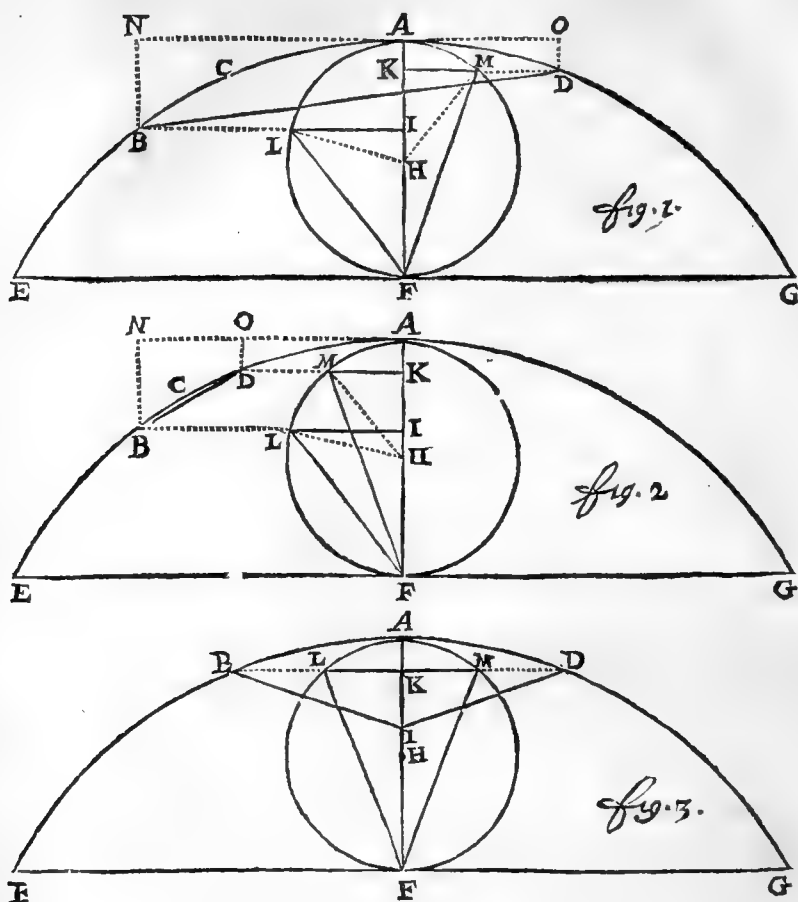


FIG. 1. SOIT donc la Cycloïde commune  $EAG$ , dont la base  
 2. soit  $EG$ . l'axe  $AF$ , & le cercle générateur  $ALF$ . Je dis que  
 si l'on mène à discretion deux ordonnées  $IB$  &  $KD$ , de  
 manière néanmoins, que la distance  $IH$  de l'une au cen-  
 tre, soit égale à la distance  $KA$  de l'autre au sommet; la  
 droite  $BD$  (que l'on conçoit tirée par les extremitéz de  
 ces ordonnées) retranchera un segment cycloïdal  $BCDB$ ,  
 qui

qui sera quarrable. Ce Segment  $BCDB$  sera égal à la somme des triangles rectilignes  $LFI + MFK$  (fig. 1.) ou à la différence des mêmes  $LFI - MFK$  (fig. 2.) ce que je démontre ainsi.

Soient  $NAO$  parallèle à la base  $EG$ ;  $BN$ ,  $DO$ , pa- FIG. 1.  
rallèles à l'axe  $AF$  & les raïons  $HL$ ,  $HM$ . Premièrement lorsque les ordonnées  $IB$ ,  $KD$ , (fig. 1.) sont de différens côtez de l'axe, le segment  $BCDB$  se trouve égal au trapeze  $BNOD$  diminué des deux triligines  $ANB$  &  $AOD$ ; mais le trapeze  $BNOD = \frac{1}{2}BN + \frac{1}{2}DO \times NO$  (à cause de  $HI = AK$ )  $= \frac{1}{2}HA \times NO = \frac{1}{2}HA \times NA + \frac{1}{2}HA \times OA$ . Or par la nature de la Cycloïde  $\frac{1}{2}HA \times NA = \frac{1}{2}HA \times \text{arc. } AL + LI = \text{sect. } LHA + \text{triang. } LHF = \text{sect. } LFA$ : On démontrera de même que  $\frac{1}{2}HA \times OA = \text{sect. } MFA$ . Donc le trapeze  $BNOD =$  aux deux secteurs  $LFA + MFA$ . Maintenant par la propriété de la Cycloïde, déjà connue, le triligine  $ANB =$  au segment circulaire  $AIL$ ; & le triligine  $AOD =$  segm. circ.  $AKM$ . Donc ayant ôté du trapeze  $BNOD$  les deux triligines  $ANB$ ,  $AOD$ ; & des secteurs  $AFL$ ,  $AFM$ , les deux segmens circulaires  $AIL$ ,  $AKM$ : l'on aura le segment cycloïdique  $BCDB =$  au deux triangles rectilignes  $LFI + MFK$ . Ce qu'il falloit démontrer.

Que si les ordonnées  $IB$ ,  $KD$ , sont d'un même côté (fig. 2.) FIG. 2.  
le segment  $BCDB =$  trap.  $BNOD -$  triligine  $ANB +$  triligine  $AOD$ ; & en suivant les traces de la démonstration précédente, on trouvera le trapeze  $BNOD = \frac{1}{2}HA \times NA - \frac{1}{2}HA \times OA = \text{sect. } LFA - \text{sect. } MFA$ . Donc ayant substitué les segmens circulaires  $AIL$ ,  $AKM$ , à la place des triligines  $ANB$ ,  $AOD$ , qui leur sont égaux; il viendra le segment cycloïdal  $BCDB =$  à la différence des deux triangles rectilignes  $LFI - MFK$ . Ce qu'il falloit démontrer.

COROL. I. Les points  $K$  &  $I$  concourant & se con-

FIG. 1. fondant au milieu du rayon  $AH$ , il est manifeste que la corde  $BD$  (fig. 1.) sera alors perpendiculaire à l'axe  $AF$ , & qu'elle passera par le même point du milieu du rayon  $AH$ . Ce qui fait le cas particulier de M. Huggens; le segment  $BADB$  devenant en ce cas égal au triangle équilatéral inscrit dans ce cercle générateur, ou (ce qui est la même chose) au demi hexagone inscrit dans le même cercle.

FIG. 1. 2. COROL. II. Mais si les points  $K$  &  $I$  sont éloignez l'un de l'autre le plus qu'il est possible, c'est-à-dire, si  $K$  tombe au sommet  $A$ , &  $I$  au centre  $H$ ; le segment  $BCDB$  dé-générera dans celui qui a été trouvé par M. Leibnitz, & sera égal au seul triangle  $LFI$  (l'autre  $MFK$  s'évanouissant) ou, ce qui vaut autant, au quart du quarré inscrit dans le cercle générateur.

FIG. 3. Je passe maintenant à une détermination générale d'une infinité de secteurs de la Cycloïde, tous quarrables, qui (comme j'espère) ne paroîtront pas moins curieux que les segmens. Les points  $K$  &  $I$  sont encore ici supposez également éloignez du sommet  $K$  & du centre  $H$ . Du point  $I$  soient tirées deux lignes droites  $IB$ ,  $ID$ , aux deux extrémités de l'ordonnée  $BKD$ : elles formeront un secteur cycloïdal  $IBADI$ , que je dis être encore quarrable, étant égal au triangle isoscele  $LFM$ . Je n'en mets point ici la démonstration, parce qu'elle se tire aisément de la précédente. Il faut seulement observer en passant, que les deux cas particuliers de Messieurs Huggens & Leibnitz, sont encore ici compris dans cette détermination générale; étant visible que le secteur  $IBADI$  prend la forme du segment de M. Huggens, quand les deux points  $K$  &  $I$  se confondent; & qu'il se change en deux segmens obliques de M. Leibnitz, lorsque  $I$  tombe en  $A$ , &  $K$  en  $H$ .

: Il ne fera pas hors de propos de dire, que j'ai aussi trouvé une méthode toute singulière de déterminer d'autres espaces cycloïdiques quarrables par l'Algebre. Par exemple, je veux tirer deux ordonnées  $KD$ ,  $IB$  (fig. 2.) qui comprennent un espace  $KDCBI$  quarrable, démon-



trant en même tems, que cela se peut pratiquer d'une infinité de manieres, en sorte que l'espace  $KDCBI$  sera toujours different selon la diversité des racines des équations algebriques tantôt plus tantôt moins élevées. Car il faut remarquer que tous ces espaces ne peuvent pas être déterminez par une construction universelle, comme l'ont été ci-dessus les segmens & les secteurs. Quand je sçaurai que la démonstration synthetique de cette quadrature générale aura eu le bonheur de plaire à l'Académie, je communiquerai aussi la Méthode analytique dont je viens de parler.

## M E T H O D E

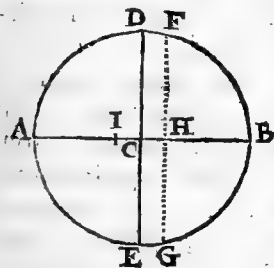
POUR CENTRER

LES VERRES DES LUNETTES D'APPROCHE  
en les travaillant.

Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.

**A**PRE'S ce que j'ai expliqué de la maniere de connoître l'inégalité de l'épaisseur des verres dont on se sert pour faire les objectifs des lunettes d'approche, il ne sera pas difficile de les centrer en les travaillant, c'est-à-dire, de faire en sorte que la plus grande épaisseur de ce verre se trouve au centre de la figure quand il sera travaillé. 22. Juillet 1699.

Premierement, le morceau de verre dont on veut faire



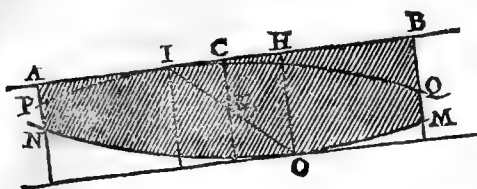
un objectif, étant taillé de figure circulaire, on y marquera le centre comme en  $C$ : & par la méthode que j'ai donnée, & comme je l'expliquerai ensuite par rapport à cet usage, on tracera sur ce cercle le diamètre  $AB$ , qui déterminera sa plus grande épaisseur en  $B$ , & sa moindre en  $A$ .

Secondement: On commencera à former le verre sui-  
S ij

vant la figure qu'on veut lui donner en diminuant peu à peu la partie *B*, autant qu'on juge à peu près qu'elle peut être plus épaisse que la partie *A*; & ce côté du verre étant enfin entièrement achevé & poli, on le démaillera, & on l'examinera pour connoître l'endroit encore plus épais; s'il n'est pas égal par tout. Mais comme il est taillé d'un côté, on pourra en déterminer le centre de la même méthode; c'est-à-dire, qu'on pourra y marquer le point où est la plus grande épaisseur de ce verre. Ce qui se fera en y traçant d'abord un diamètre, comme je viens de l'enseigner, dans lequel une ligne claire ou noire ne paroisse point multipliée, ce qui peut toujours se trouver; & si dans tous les diamètres cette ligne ne paroît point doublée, on est assuré que le verre est bien centré, & qu'on peut le travailler également de l'autre côté pour lui donner son entière perfection. Mais si l'on trace sur le verre un autre diamètre *DE* perpendiculaire à *AB* qui est celui où l'image du trait clair ou noir ne paroît point multipliée, & que l'image de ce même trait paroisse multipliée dans le diamètre *DE*, on connoîtra que le verre ne sera pas centré. Il faut donc alors faire paroître l'image du trait sur le verre, laquelle soit parallèle au diamètre *DE*, & l'y faire mouvoir tant qu'elle ne paroisse point doublée, ce qu'on peut toujours trouver, & l'on marquera cette ligne comme en *FG* sur la surface du verre, laquelle coupera à angles droits le diamètre *AB* au point *H*, lequel sera le centre de ce verre. Maintenant on transportera la grandeur *CH* en *CI* de l'autre côté du centre sur le diamètre *AB*, & ayant mastiqué ou attaché le verre comme auparavant, on commencera à le tailler du côté qui est encore plat, & on usera peu à peu sa partie vers *B* plus que celle qui est vers *A*; en sorte qu'étant presque tout taillé sphériquement, il ne reste plus que le petit point *I* qui ne soit point taillé sur la surface. Alors on peut achever ce côté du verre, & on sera assuré, qu'il sera bien centré.

On pourra coler sur la surface du verre qui est taillée

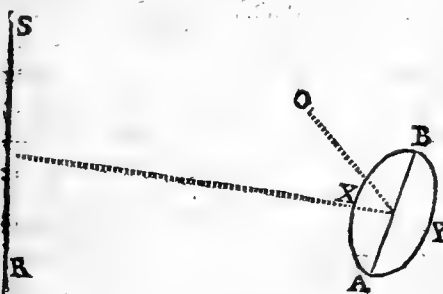
la premiere un petit morceau de papier blanc où l'on marquera le point *I*, afin de reconnoître toujours ce point en taillant l'autre côté.



La démonstration de cette pratique n'est pas difficile ; car soit *AB* *MN* la coupe du verre par le diamètre *AB* de la figure,

& perpendiculairement à la surface plane *AB*, si l'on imagine un plan parallele à cette surface qui touche en *O* le côté *NOM* du verre qui est travaillé, il est évident que le point *O* sera le centre du verre ou son point *H* opposé ; & puisque le point *C* est au milieu du diamètre *AB*, si l'on prend *CI* égale à *CH*, & qu'on fasse en sorte que le point *I* soit l'endroit où la courbure *PIQ* égale & semblable à *NOM* touche le plan *AB*, la ligne *IO* étant coupée en deux également en *K*, donnera le point *K* pour le centre de ce verre. *Ce qu'il falloit trouver.*

Maintenant pour ce qui est de la maniere dont on peut trouver la plus grande épaisseur du verre, comme il ne s'agit que d'une seule multiplication, il faudra seulement se servir de la réflexion d'une ligne claire dans l'obscurité ou noire au grand jour. On doit donc exposer un des côtés



du verre *AB* à la ligne noire ou claire *RS*, en sorte qu'il soit perpendiculaire au plan qui passe par l'œil *O* & par la ligne *RS*, & que cette surface du verre soit aussi fort peu inclinée à cette même

ligne pour en pouvoir appercevoir l'image plus facilement, & lorsque l'image *AB* de la ligne *RS* paroîtra

simple, on sçaura que le diametre  $AB$  du morceau de verre circulaire en déterminera sa plus grande & sa moindre épaisseur. Mais si l'image  $AB$  paroît doublée, & que la plus vive des deux soit vers  $X$ , & la plus foible vers  $T$ , aussi la partie  $X$  du verre sera plus épaisse que la partie  $T$ , comme j'en avois démontré.

## M E T H O D E

## COMMUNE AUX EQUATIONS

## DU SECOND ET DU TROISIEME DEGRE.

*Pour en avoir la solution par une simple transformation de leur premier terme, faite à l'ordinaire.*

Par M. VARIGNON.

5. Août  
1699.

**Q**UELQUE nombre de Méthodes qu'on ait trouvées jusqu'ici par rapport à ce même sujet, celle-ci paroît si naturelle & si facile, qu'on a crû faire plaisir à ceux qui aiment ces matieres, que de leur faire aussi remarquer.

## SECOND DEGRE.

I. Soit  $xx + pz + q = 0$  l'équation à résoudre. Prenez  $x = x - y$  (on prendroit  $x = x + y$ , si l'équation avoit  $-pz$ ); & vous aurez  $xx = xx - 2xy + yy = xx - 2xy + 2yy - yy = xx - 2yz - yy$ . Et par conséquent aussi  $xx + 2yz + yy = 0$ :

laquelle équation, comparée terme à terme (à la maniere de M. Descartes) avec la proposée  $xx + pz + q = 0$ , donnera  $1^o$ ,  $pz = 2yz$ , ou  $y = \frac{1}{2}p$ ; &  $2^o$ ,  $q = yy - xx = \frac{1}{4}pp - xx$ : d'où résulte  $x = \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp - q}$ . Donc  $x(x - y) = -\frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp - q}$ . Ce qu'il falloit premièrement trouver.

Les trois autres cas de ce degré complet donneront de même ce qui suit :

EQUATIONS.

RACINES.

COROL. 
$$\left\{ \begin{array}{l} zz + pz + q = 0 \dots z = -\frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp - q} \\ zz + pz - q = 0 \dots z = -\frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp + q} \\ zz - pz + q = 0 \dots z = \frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp - q} \\ zz - pz - q = 0 \dots z = \frac{1}{2}p \pm \sqrt{\frac{1}{4}pp + q} \end{array} \right.$$

## TROISIÈME DEGRÉ.

II. Soit aussi  $z^3 + pz + q = 0$  l'égalité à résoudre. Prenés encore  $z = x - y$  (on prendroit encore aussi  $z = x + y$ , si l'équation avoit  $-pz$ ) ; & vous aurés de même  $z^3 = x^3 - 3xxy + 3xyy - y^3 = x^3 - 3xy \times x - y^3 = x^3 - 3xyz - y^3$ . Et par conséquent aussi  $z^3 + 3xyz + y^3 = 0$  : laquelle

équation comparée aussi terme à terme avec la proposée  $z^3 + pz + q = 0$ , donnera  $1^\circ$ ,  $3xyz = pz$ , ou  $y = \frac{p}{3x}$  ; &

$2^\circ$ ,  $q = y^3 - x^3 = \frac{p^3}{27x^3} - x^3$ , ou  $x^6 + qx^3 = \frac{1}{27}p^3$  :

D'où il résulte (*art. 1.*)  $x^3 = -\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}$ . Or

puisque  $q = y^3 - x^3$  (on pourroit aussi se servir de  $y = \frac{p}{3x}$  :

c'est pour arriver d'abord aux formules ordinaires qu'on commence par ici), l'on aura de même  $y^3 = q + x^3 = \frac{1}{2}q \pm$

$\sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}$ . Donc  $z(x - y) = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}$

$-\sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}$ . Ce qu'il falloit aussi trouver.

Les trois autres cas de ce troisième degré sans second terme, donneront encore de même ce qui suit :

## EQUATIONS.

## RACINES.

COROL. I.  $\left\{ \begin{array}{l} z^3 + pz + q = 0 \dots z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} \\ z^3 + pz - q = 0 \dots z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} \\ z^3 - pz + q = 0 \dots z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} \\ z^3 - pz - q = 0 \dots z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} \end{array} \right.$

REMARQUE Il est ici à remarquer que le calcul de ces formules radicales s'abregeroit de la moitié, si au lieu de la valeur de  $y$  qu'on vient de substituer, on y substituoit celle que donne l'égalité  $y = \frac{p}{3x}$ , tirée de même de la comparaison des termes de l'équation proposée & de la transformée; on auroit, dis-je alors:

## EQUATIONS.

## RACINES.

COROL. II.  $\left\{ \begin{array}{l} z^3 + pz + q = 0 \dots z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \frac{p}{3\sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}} \\ z^3 + pz - q = 0 \dots z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \frac{p}{3\sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}} \\ z^3 - pz + q = 0 \dots z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \frac{p}{3\sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}} \\ z^3 - pz - q = 0 \dots z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \frac{p}{3\sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}} \end{array} \right.$

On fera sur ceci les réflexions accoutumées: La facilité de la méthode qu'on vient d'expliquer, étant tout ce qu'on a eu en vûe de faire sentir ici.

## OBSERVATIONS

O B S E R V A T I O N S  
SUR CETTE SORTE D'INSECTES  
QUI S'APPELLENT ORDINAIREMENT  
D E M O I S E L L E S.

Par M. H O M B E R G.

**J**E ne donnerai pas ici une description entière de tout l'animal, la figure ci jointe pouvant suffire pour le distinguer d'avec les autres Insectes. J'en décrirai seulement les parties qui ont principalement du rapport à mon observation; & comme il y a différentes espèces de Demoiselles, tant pour la grandeur & pour la couleur, que pour la structure du corps, il sera bon de spécifier d'abord celles dont je parle ici; car je n'ai pu faire mon observation que sur une seule espèce.

22. Août  
1699.

Les mâles & les femelles y sont d'une même grandeur, savoir de vingt lignes environ de long; le corps de l'un & de l'autre est également grêle; excepté que le bout de la queue, ou l'extrémité du ventre de la femelle *b*, est plus gros que n'est celui du mâle *a*. L'un & l'autre sont d'une grande vivacité, & se tiennent ordinairement sur les bords des rivières.

Les mâles sont de couleur violette luisante par tout leur corps: leurs quatre ailes sont transparentes, un peu dorées, avec une grande tache presque au milieu de chaque aile, du même violet que leurs corps, ce qui rend cet endroit des ailes opaque. Voyez fig. *e*.

Les femelles sont par tout leur corps d'un gris doré luisant, tirant sur le verd. Leurs quatre ailes sont transparentes, de la même couleur & sans tache. Voyez fig. *f*.

Lorsqu'elles sont en repos, ou qu'elles ne volent point leurs quatre ailes s'approchent & se tiennent si près les unes des autres, qu'elles ne paroissent qu'une seule aile,

au lieu que plusieurs autres especes de Demoiselles tiennent toujours leurs aîles étenduës, aussi-bien pendant leur repos, que lorsqu'elles volent.

La tête de cet animal, qui est fort grosse en comparaison de son corps, ne tient à sa poitrine que par un filet fort menu. Son ventre *a. c.* sçavoir cette partie qui regne depuis l'endroit sur lequel sont plantées ses aîles jusqu'à l'autre extrémité, est divisé en dix articles, dont le mouvement n'est que du haut en bas & du bas en haut, & non pas d'un côté à l'autre.

L'endroit sur lequel sont plantées ses aîles, je l'appellerai sa poitrine.

Il a ses poulmons environ au milieu de son ventre vers *b*, ce qui paroît en ce que cette partie s'enfle un peu & s'affaîsse continuellement par de petits intervalles, comme sont ordinairement ceux de la respiration.

L'extrémité du ventre du mâle *a*, ou le dixième article de son ventre, est un anneau simple qui fait son anus; il est garni de quatre crochets, deux plus gros en dessus de la longueur environ d'une ligne, & deux plus petits en dessous, qu'il peut ouvrir & fermer, comme les Ecrevisses font leurs pates. Voïés fig. *a*.

L'extrémité du ventre de la femelle *b*. paroît consister en deux tuyaux placés l'un au dessous de l'autre. (Voïés fig. *b*.) Celui de dessus est l'anüs par où elle rend ses excréments, & il est placé comme celui des mâles; l'autre qui est au-dessous, est sa partie feminine, ou l'entrée à la matrice. Ce dernier-ci est environ d'une ligne de long, & prend son origine dans la partie basse du huitième article du ventre. Ces deux tuyaux sont garnis au bout chacun de deux fort petites pointes; au lieu que l'anüs du mâle est garni de quatre crochets. Ces deux bouts de tuyau placés l'un au dessus de l'autre, font que l'extrémité du ventre de la femelle est plus grosse, & ne se termine pas tant en pointe qu'au mâle.

J'ai vû faire une action à ces animaux qui m'a paru fort extraordinaire, & qui ma donné la curiosité de les éxa-



miner avec attention ; c'est que le mâle trouvant la femelle assise sur quelque feuille ou branche sur le bord de l'eau , il la prit en volant avec les crochets de son anus par le col entre la tête & la poitrine , & emporta ainsi la femelle pendue par la tête au bout de sa queue.

Je crus d'abord , que c'étoient deux différentes especes d'animaux qui se chassoient ; mais comme je ne vis aucune résistance de l'une pour empêcher son enlèvement ; au contraire que l'une se présentoit & paroissoit attendre l'autre pour être plus commodément emportée , j'en jugeai autrement.

En les suivant , je vis que le mâle s'assit non loin de là sur une feuille de jonc , & en même tems il haussa sa queue avec laquelle il tenoit la femelle par le col , pour la mettre sur la même feuille où il étoit. La femelle étant ainsi assise derriere le mâle , elle courba son ventre , qu'elle fit passer entre ses jambes , & avec le bout de son ventre , elle porta ses parties contre la poitrine du mâle , qui a ses parties génitales en cet endroit : (voies la fig. g.) le mâle soutenant pendant toute cette action la tête de la femelle avec le bout de sa queue.

Ils demurerent dans cette posture pendant environ trois minutes , puis le mâle souleva puissamment sa poitrine , & les parties génitales de ces deux animaux se separerent , comme si on les avoit arrachées les unes des autres : la queue du mâle lâcha aussi en même tems la tête de la femelle , & il s'envola aussi-tôt.

La femelle étant en liberté , se redressa , & demeura immobile dans la même place pendant un bon demi-quart d'heure , puis elle s'envola aussi.

J'ai attrapé plusieurs de ces animaux , pour examiner leurs parties génitales , voici ce que j'ai trouvé. La partie de dessus du ventre aussi-bien aux mâles qu'aux femelles , est convexe dans toute sa longueur. Le dessous du ventre est plissé & recourbé en dedans , & forme une goutiere en long , à peu près comme est la partie interieure d'une plume entre ses deux barbes. Cette goutiere commence

aux mâles dans la troisième jointure, & se continuë jusques à l'anus. Le premier article de son ventre, qui tient à la poitrine, n'est qu'un anneau rond & fort étroit, de la largeur environ d'une grosse épingle; & il ne paroît pas avoir d'autre usage que de donner un mouvement plus libre & plus grand au reste du ventre.

Le second article au mâles c. est de la longueur de deux lignes, creusé fort avant en dessous, qui fait une espece de cul-de-sac, dont les bords sont garnis de poil, & dont le fond est vers la poitrine. Voies fig. c.

Du fonds de ce cul-de-sac sort un petit corps dur & noir de la grosseur d'une soie de porc, de la longueur de deux lignes avec une petite perle au bout, laquelle est dure & fort blanche. Ce petit corps paroît être implanté dans la poitrine du mâle, & faire la fonction de la verge. Elle est couchée en long dans ce cul-de-sac; en sorte que la petite perle blanche est toujours visible; lorsqu'on presse un bout de plume dans ce cul-de-sac, la verge en sort d'elle-même de la longueur environ d'une ligne; ce qui arrive aussi quand on presse son anus. J'ai coupé transversalement la poitrine du mâle avec des ciseaux au-dessus des aîles, il s'est trouvé dans la partie charnuë du dedans de la poitrine un creux en cone, dont la base étoit vers la tête de l'animal, & dont la pointe aboutissoit intérieurement à la racine de la verge; j'ai poussé un petit stilet dans la pointe de ce cone creux, ce qui a fait sortir la verge du cul-de-sac de toute sa longueur.

J'ai ouvert la poitrine à plusieurs mâles pour y examiner ce creux, mais je ne l'ai trouvé qu'en deux seulement; tous les autres avoient la poitrine pleine. L'un de ces deux sortoit immédiatement de l'accouplement lorsque je l'ai pris; & l'autre je l'ai pris au hasard. Cette différence m'a fait penser, que ce creux pourroit bien être le réservoir de la semence de cet animal, lequel étant nouvellement vidé, sa cavité a été encore sensible; mais avant l'accouplement, cet endroit étant plein, ou quelque tems après l'accouplement, les parois de ce vaisseau, étant affaissés,

il n'en a paru aucun vestige sensible.

Le cul-de-sac qui fait la loge de la verge, n'est qu'une continuation de la gouttière qui regne le long de presque tout le ventre en dessous, avec la différence que dans cet endroit, la gouttière est plus profonde & plus large que dans tout le reste de son étendue, & qu'elle y est garnie de poils, au lieu que tout le reste est sans poils.

La partie de dessous du ventre des femelles est plissée pareillement en gouttière. Cette gouttière commence aux femelles dans le second article de son ventre, qui n'est point garni de poils comme aux mâles. Voyés la fig. *d.* & continué pendant six articles de suite.

Les deux pénultièmes articles de la femelle portent en dessous ses parties génitales externes. Voyés fig. *b.* Elles sont figurées de cette manière : Le neuvième article en dessous a une ouverture garnie de chaque côté d'un petit aileron gris blanchâtre. Ces deux ailerons couvrent cette ouverture, & ont un mouvement pour s'ouvrir & pour se fermer, & lorsqu'ils sont fermés, ils paroissent former un petit tuyau. Voyés la fig. *i.*

A la racine du huitième article s'élève une bosse jusques à la racine du neuvième article. Sur l'extrémité de cette bosse sont plantées deux petites cornes crochues, noires, fort dures, un peu plus longues qu'une ligne, figurées à peu près comme les défenses de la vipère, mais un peu plus courbées, dont les pointes sont tournées vers l'anus. Elles sont articulées, & ont un mouvement de tout sens ; elles sont ordinairement couchées sous les ailerons que je viens de décrire, & en sont entièrement cachées ; elles sont couchées si proches l'une de l'autre, qu'elle ne paroissent qu'un seul crocher.

Je crois que ces deux petites cornes peuvent avoir les deux usages suivans. Premièrement, comme elles sont couchées entre les deux ailerons qui couvrent les parties féminines, & qu'elles ont un mouvement en tout sens, elles peuvent en s'écartant l'une de l'autre, ouvrir les deux ailerons, & par là découvrir l'ouverture de ces parties.

Le second usage peut être de diriger les parties de la femelle dans l'accouplement, vers les parties du mâle, & cela de cette manière.

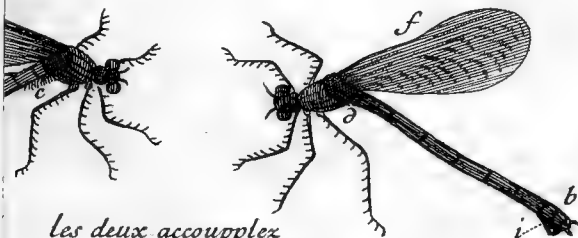
Nous avons vû que les parties du mâle sont fort proche de sa poitrine, c'est à dire, dans le second article de son ventre en *c*. au lieu que celles de la femelle sont placées à l'autre extrémité du ventre *b*, en sorte que dans l'accouplement la femelle est obligée de recourber son ventre, de le passer entre ses jambes & dessous sa poitrine, pour pouvoir atteindre les parties du mâle, comme il se voit dans la figure *g*, ce qui est une posture fort gênante, dans laquelle elle pourroit souvent manquer les parties du mâle, sans le secours de ces deux cornes; mais lorsque ces cornes s'élèvent de dessous les ailerons, elles présentent leur convexité à la gouttière qui occupe tout le dessous du ventre du mâle, dans laquelle elles s'engagent fort aisément; & après être entré dans cette gouttière, elles servent de conducteur infailible aux parties de la femelle, pour arriver sûrement à celles du mâle.

J'ai enfermé plusieurs de ces femelles, pour voir, si elles produiroient des œufs; mais comme elles avoient besoin de nourriture, qu'elles ne vouloient pas prendre dans leur prison, elles sont toutes mortes, en sorte que je n'ai pas pû étendre mon observation plus loin.

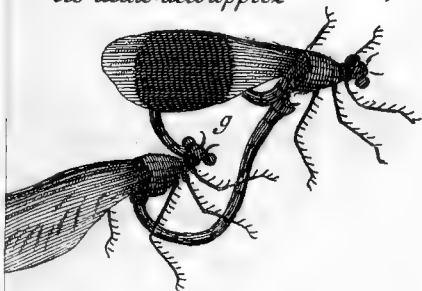
Je n'en ai ouvert aucune qui ait eu des œufs, ce<sup>a</sup> qui me fait croire, que les femelles se cachent peu de tems après l'accouplement pour faire leurs œufs, qu'elles perissent ensuite. Il faut aussi que les mâles perissent bien-tôt après l'accouplement; ce que j'ai conjecturé en ce que j'ai trouvé en differens endroits quantité d'ailes de mâles, qui sont apparemment morts dans ces endroits là; & comme je n'ai pas trouvé de corps, il y a apparence, que ces corps ont été mangés par d'autres insectes.

Je me suis apperçû, que les premiers de ces animaux que j'ai pris, environ vers le dix-huit de Juillet de cette année, particulièrement les mâles, étoient plus longs & plus forts que ceux que j'ai pris quinze jours après; que trois

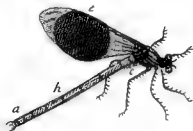
la Femelle



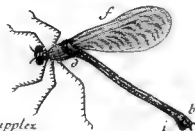
les deux accouplez



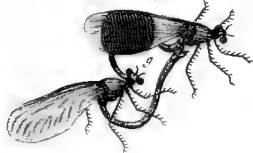
le mâle



la femelle



les deux accouplés



semaines ensuite il n'y en avoit presque plus, & que ceux qui se trouvoient encore étoient fort chetifs; ce qui me fait croire, que ces animaux pouvoient bien ne pas éclore tous en même tems, & que la premiere couvée est meilleure que la dernière.

## O B S E R V A T I O N

D'UNE ECLIPSE DE L'OEIL

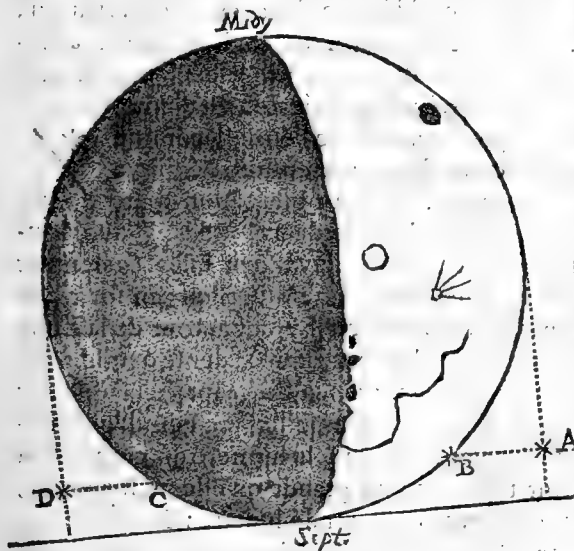
DU TAUREAU ALDEBARAN,

OU

PALILICIUM.

Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire.


FIGURE RENVERSEE.



**L** E 19. 22. Août  
 au matin, 1699.  
 on voyoit  
 l'étoile  
 Aldeba-  
 ram pro-  
 che de la  
 Lune; en  
 sorte que  
 vers 30 a-  
 près mi-  
 nuit, il  
 sembloit  
 que cette  
 étoile de-  
 voit être  
 rencon-  
 trée par la

Lune vers son bord Septentrional, car la Lune étant peu élevée sur l'horison avoit une parallaxe assez grande, pour

causer cette apparence. Je restai donc attentif à observer cette éclipse, pour voir, s'il arriveroit à cette étoile la même chose que le R. P. Fetiillée Minime avoit observée il y a quelque tems à une autre étoile qui touchoit la Lune dans son bord.

Mais la Lune en s'élevant sur l'horison & la parallaxe diminuant, l'étoile a touché le bord lumineux de la Lune en un endroit éloigné de la corne Septentrionale de 30. degrés environ. J'observai premièrement, que l'étoile étoit en *A* dans une ligne qui touchoit le bord Oriental de la Lune, & qui étoit parallèle à celle qui passoit par les cornes à  $1^h 28' 0''$ . après minuit, & qu'elle étoit en *B* sur le bord lumineux de la Lune où elle se perdit tout d'un coup qui est le moment de l'immersion à  $1^h 41' 31''$ . Sa distance étoit alors de la ligne menée par la corne Septentrionale & perpendiculaire à la ligne des cornes de  $2' 59''$ , ce qui a été observé avec le micrometre. Mais ce qui m'a paru de plus considérable dans cette observation, c'est que le corps de l'étoile paroissoit sur le disque de la Lune éclairé, en sorte que la distance entre le centre de l'étoile & le bord de la Lune étoit à peu près égale à un diamètre & demi du disque apparent de l'étoile, comme  on peut voir dans cette figure; & ensuite l'étoile a disparu en un moment. Cette observation a été faite avec une très-bonne lunette de 16. pieds. J'avois auparavant observé que l'étoile s'avançoit assés également vers le bord de la Lune avant son immersion; en sorte que je ne pouvois pas soupçonner qu'il y eut autour de la Lune aucune atmosphère soit plus rare ou plus dense que le reste de l'éter. Et je crois que l'apparence du corps de l'étoile sur le disque de la Lune éclairé, comme le Pere Fetiillée l'a observé, ne doit être attribuée qu'à la lumière du corps de la Lune, qui paroît toujours plus grande qu'elle n'est en effet, quoiqu'on l'observe avec une grande lunette; & qu'ainsi on peut voir le corps de l'étoile qui est beaucoup plus clair & plus brillant que le corps de la Lune, au travers de cette fausse lumière apparente; & qu'enfin l'éclipse se fait lorsque



que l'étoile touche le véritable bord de la Lune.

J'observai ensuite l'émerſion de l'étoile dans la partie obſcure en C à  $2^h 19' 32''$ . ce qui ſe fit auſſi en un moment, l'étoile paroiffant tout d'un coup auſſi brillante qu'à l'ordinaire; ce que l'on doit attribuer au grand mouvement de la Lune par raport à la petiteſſe du corps de l'étoile, ce qui fait qu'elle ſe dégage tout d'un coup du corps de la Lune. J'observai cette émerſion avec une bonne lunette de ſix pieds ſeulement, pour pouvoir mieux appercevoir le bord obſcur de la Lune, qui paroifſoit un peu éclairé par la réſlexion de la lumière de la terre; mais on ne pourroit pas dire, que l'émerſion ſe ſoit faite ſur le diſque apparent de la Lune; car cet endroit du diſque étoit moins éclairé que le reſte, dont la lumière étoit en général très-foible.

Enfin l'étoile vint en D ſur la ligne parallèle à celle des cornes, & qui paſſoit par le bord Occidental de la Lune, à  $2^h 29' 30''$ .

J'observai que le diamètre apparent de la Lune, étoit de  $32' 31''$ . après l'immerſion, la Lune étant haute ſur l'horizon de  $26^\circ$  du côté de l'Orient. Cette obſervation a été faite exactement avec le micrometre.

La durée entière de cette Eclipſe a donc été de  $38' 1''$ . & ſon milieu à  $2^h 0' 31'' \frac{1}{2}$ .

## E X A M E N

### DE LA FORCE DE L'HOMME,

*POUR mouvoir des fardeaux, tant en levant qu'en portant & en tirant, laquelle eſt conſiderée abſolument & par comparaiſon à celle des animaux qui portent & qui tirent, comme les chevaux.*

Par M. DE LA HIRE, à l'Obſervatoire.

**J**E ſuppoſe premierement qu'un homme de taille mediocre & qui eſt fort, peſe 140. l. de notre poids.

14. Nov.  
1699.

1699.

V

Je considered'abord, qu'un homme tel que je viens de le supposer, ayant les deux genoux en terre, peut se relever, en s'appuyant seulement sur la pointe des pieds, & les deux genoux étant toujours joints ensemble; & comme cet effort se fait par le moyen des muscles des jambes & des cuisses, il est évident par la supposition que je viens de faire de sa pesanteur, que les muscles des jambes & des cuisses auront la force de lever 140 l.

Mais un homme ayant les jarets un peu ployés peut se redresser, quoiqu'il soit chargé du poids de 152 l. avec la pesanteur de son corps qu'il élève à même tems; en sorte que la force des muscles des jambes & des cuisses, peut élever un poids de 290 l. sçavoir 150 l. du poids dont il est chargé & 140 l. du poids de son corps, lorsque l'élévation n'est que de 2 ou 3 pouces.

Un homme dans la supposition que nous avons faite d'abord, & comme nous le considerons toujours dans la suite, peut aussi lever de terre un poids de 100 l. lequel sera placé entre ses jambes, en ployant seulement le corps, & prenant ce poids avec les mains comme avec deux crochets, & en se redressant ensuite. D'où il suit, que les seuls muscles des lombes ont la force de lever un poids de 170 l. à sçavoir les 100 l. du poids & 70 l. qui est la moitié de sa pesanteur; car il doit non seulement élever le poids de 100 l. mais encore toute la partie supérieure de son corps depuis la ceinture que j'estime du poids de 70 l. puisqu'il s'étoit panché pour prendre le poids.

Pour ce qui est de la force des bras pour tirer ou pour élever un fardeau, on peut la poser de 160 l. ce qui dépend de la force des muscles des épaules & des bras. Car si un homme prend avec les deux mains quelque corps fixe & placé au dessus de sa tête, il pourra assés facilement par l'effort seul de ses bras, élever tout son corps & même 20 l. de plus, comme s'il étoit chargé du poids de 20 l. On en peut faire facilement l'expérience; car s'il y a un poids de 160 l. qui soit attaché à l'extrémité d'une corde, laquelle passe par dessus une poulie, & qu'un homme qui

pese seulement 140. l. tire l'autre extremité de cette corde, il est évident, qu'il ne pourra j'amaïs élever le poids de 160. l. puisque tout ce qu'il peut faire, c'est de se suspendre à cette corde, & le poids qui est attaché à l'autre extremité pesant plus que lui, le tiendra suspendu ; car la poulie n'est autre chose qu'une balance continuë à bras égaux : mais si l'on charge cet homme du poids de 20. l. , il fera alors équilibre avec le poids de l'autre côté ; & pour peu qu'on ajoûte au poids de 20. l. , il élèvera le poids, puisque les muscles de ses épaules & de ses bras ont assez de force pour élever tous ce poids.

Quoique les muscles de chaque partie du corps puissent faire de si grands efforts pour élever des fardeaux, on ne doit pas pour cela compter la force de l'homme par celle de tous les muscles ensemble, quand même les esprits qui font gonfler les muscles qui servent au mouvement en général en se racourcissant & en tirant les tendons de leurs extremités, pourroient se distribuer également dans toutes ces parties, & de la même maniere que dans une partie séparée, puisque chaque partie sert ordinairement de soutien à celle qui lui est jointe. Par exemple, les muscles des bras & des épaules en se retirant, peuvent élever un poids de 160. l. Mais si le corps est panché, les bras ne pourront pas soutenir ce poids, à moins que les muscles des lombes n'aient la force à même tems de soutenir la partie supérieure du corps avec le poids dont il est chargé ; & si les jarets étoient encore ploiez, il faudroit alors que les muscles des jambes & des cuisses fissent encore un plus grand effort, puisqu'il devroient soutenir le poids de 160. l. & à même tems celui de tous le corps, D'où il arrive que dans cette disposition de tout le corps, la force se distribuë par la distribution des esprits dans toutes les parties, ce qui fait qu'un homme ne pourra pas lever de terre un poids de 160. l.

Ce n'est pas qu'il peut se rencontrer des hommes, dont les esprits coulent en si grande abondance & avec tant de rapidité dans leurs muscles, qu'ils leur font faire des ef-

forts triples & quadruples de l'ordinaire ; & c'est, à ce qu'il me semble, la raison naturelle qu'on peut donner des forces surprenantes qu'on voit dans quelques hommes, qui portent & qui élèvent des fardeaux que deux & trois hommes ensemble auroient de la peine à soutenir ; quoique ces hommes soient quelquefois d'une taille médiocre, & paroissent à l'exterieur plutôt foibles que forts. Il s'en est trouvé un depuis peu de tems dans ce païs-ci qui portoit une grosse enclume de Maréchal, à ce qu'on dit, & dont on rapporte plusieurs actions d'une force merveilleuse : mais j'en ai vû un autre à Venise, qui étoit jeune, & qui ne sembloit pas pouvoir porter 40. ou 50. l. avec tous les avantages possibles, lequel étant monté sur une petite table, élevoit de terre & soutenoit en l'air un âne, par le moien d'une fangle large qui passoit par dessous le ventre de l'animal, & qui étoit attachée par ses deux extrémités à des crochets qui pendoient au bout de deux petites tresses faites de cordelettes & de peu de cheveux des deux côtes de la tête de ce jeune garçon, & toute cette grande force ne dépendoit que des muscles des épaules & des lombes ; car il se baissoit d'abord pendant qu'on attachoit les crochets à la fangle ; & ensuite il se relevoit & élevoit l'animal hors de terre en appuyant ses mains sur ses genoux. Il élevoit encore de la même maniere d'autres fardeaux qui paroissent plus pesans que cet animal, & il disoit qu'il y trouvoit moins de peine, à cause que l'âne se débaroit en perdant terre.

J'examine maintenant l'effort d'un homme pour porter un fardeau sur ses épaules ; & je dis que le poids de ce fardeau peut être de 150 l. & qu'il peut marcher avec cette charge assez facilement sur un plan horizontal, pourvu qu'il ne fasse pas de grandes ajambées ; mais il ne pourra en nulle façon monter une montagne ou une escalier avec le même poids. Car l'action du marcher en portant un fardeau sur les épaules doit être considérée comme le mouvement circulaire du centre de gravité du corps & du poids joints ensemble sur le pied qui avance comme pour cen-

tre de l'arc du mouvement, l'effort des muscles de l'autre jambe, ne servant qu'à pousser ce centre en avant ; & si l'arc que décrit ce centre est petit, l'effort de la jambe de derriere ne doit pas être grand pour le faire décrire ; puisqu'il ne doit faire élever tout le fardeau du corps & du poids que de la quantité du sinus versé de la moitié de l'arc ; ce qui n'est pas considérable dans ce cas, par rapport à l'arc qui est le chemin dont tout le fardeau avance.

Ainsi l'on voit qu'un homme bien chargé, peut marcher d'autant plus facilement, qu'il fera de plus petites ajambées, puisque le sinus sera d'autant plus petit, & qu'il ne pourroit avancer en faisant des ajambées si grandes, que l'effort de la jambe de derriere ne pût élever le fardeau du corps & du poids de la quantité du sinus versé de l'arc qui sera la moitié du chemin.

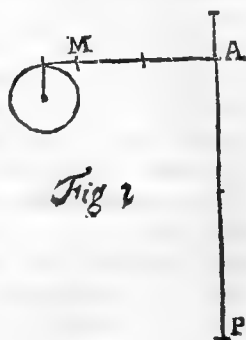
Il est aussi facile à voir, que ce même homme ne peut en nulle façon monter un escalier ou une butte fort roide avec cette charge, puisque suivant ce que nous avons expliqué ci-devant, l'effort des muscles de ses jambes pouvant élever un poids de 150 l. seulement à 2 ou 3 pouces de hauteur, il ne pourroit pas l'élever à cinq pouces qui sont la hauteur des marches ordinaires, ni monter une montagne, à moins qu'il ne fasse de si petites ajambées, qu'il ne s'élève que de 2 ou 3 pouces à chacune.

Il ne me reste donc plus qu'à considérer l'effort de l'homme pour tirer ou pour pousser horizontalement. Mais pour rendre cette explication plus claire & plus intelligible, je considère sa force appliquée à la manivelle d'un rouleau dont l'axe est horizontal, & sur lequel s'entortille une corde qui soutient un poids, ayant posé la distance depuis le centre du rouleau jusqu'au coude de la manivelle, égale au demi-diamètre du rouleau, afin de comparer la force appliquée sans aucune augmentation de la part de la machine, & je n'ai point aussi d'égard aux frottemens de l'axe du rouleau, ni à la difficulté que la corde peut avoir à se plier.

Premièrement il est évident, que si le coude de la ma-

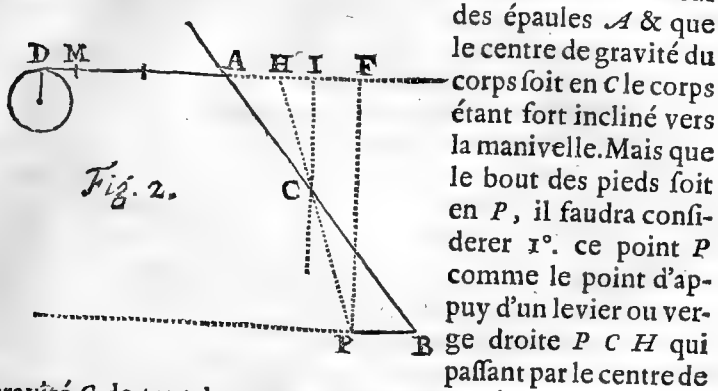
nivelle est placé horizontalement, & qu'il soit à la hauteur des genoux environ, l'effort de l'homme qui la relève en tirant, peut élever à même tems le poids de 150 l. qui sera attaché à l'extrémité de la corde, en prenant tous les avantages possibles, puisqu'il est le même que pour élever ce poids; ce que j'ai expliqué ci-devant. Mais si c'est pour abaisser la manivelle, son effort ne peut être que de 140 l. qui est le poids de tout son corps, qu'il peut y appliquer en s'y appuyant, à moins qu'il ne soit chargé; car alors il pourroit faire un plus grand effort.

Secondement, si le coude de la manivelle est placé verticalement, & qu'il soit à la hauteur des épaules, il est certain qu'un homme ne pourra faire aucun effort pour la faire tourner, en la tirant ou en la poussant avec les mains, si les deux pieds sont l'un contre l'autre, & que le corps soit droit qui est représenté dans la figure 1. par la ligne  $AP$ , & que la ligne des bras représenté par  $AM$  soit horizontale, & fasse un angle droit avec  $AP$ , puisque dans cette position, ni la force de tout le corps ou de ses parties, ni sa pesanteur, ne peuvent faire aucun effort pour pousser ni pour tirer; ce qui est connu par la mécanique; car je ne regarde la l'argeur des pieds, que comme un seul point  $P$ . Mais si la manivelle est plus haute ou plus basse que la hauteur des épaules, alors la ligne qui va des épaules aux mains, qui est  $AM$ , & celle qui va des épaules au bout des pieds, qui est ici  $AP$ , feront un angle obtus ou aigu, & l'homme pourra avoir quelque force pour tirer ou pour pousser la manivelle; & cette force dépend de la seule pesanteur du corps, ce qui est facile à connoître & à démontrer; & l'on doit considérer ce poids ou cette force comme réunie dans son centre de gravité qui est à peu près la hauteur du nombril au dedans du corps. Je dis qu'il ne faut



avoir égard qu'à la seule pèsanteur du corps, pour déterminer l'équilibre; car l'effort des muscles des jambes & des cuisses, ne sert que pour conserver cet équilibre en marchant.

Soit dans la figure deuxième la manivelle  $D$  à la hauteur



des épaules  $A$  & que le centre de gravité du corps soit en  $C$  le corps étant fort incliné vers la manivelle. Mais que le bout des pieds soit en  $P$ , il faudra considérer 1°. ce point  $P$  comme le point d'appuy d'un levier ou verge droite  $PCH$  qui passant par le centre de gravité  $C$  de tout le corps, rencontre la ligne des bras  $MA$  au point  $H$ ; 2°. Que ce point  $C$  du levier étant chargé du poids de tout le corps 140 l. avec sa direction naturelle, son extrémité  $H$  est soutenue avec la direction horizontale  $MAH$ ; d'où il fera facile de conclure par la mécanique quel effort la pèsanteur du corps en  $C$  avec sa direction naturelle, peut faire sur la manivelle selon la direction horizontale  $DH$ .

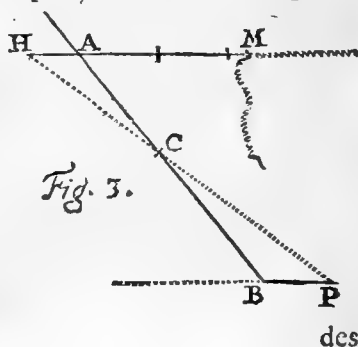
Car premièrement soit  $PH$  de 240. parties &  $PC$  de 80 puisque l'effort de tout le corps au point  $C$  est de 140 l. il ne sera que de 80 l. au point  $H$ , comme si au point  $H$  il y avoit un poids de 80 l. qui y fut suspendu avec sa direction naturelle qui doit être, dans les suppositions que nous avons faites, perpendiculaire à  $MA$ . C'est pourquoi si l'on mène du point d'appuy  $P$  la ligne  $PF$  perpendiculaire sur  $MAF$ , le poids de 80 l. en  $H$  avec sa direction naturelle sera à l'effort de ce même selon la direction horizontale  $MAH$  sur la manivelle, dans la raison de  $PF$  à  $HF$ , ce qui diminue beaucoup l'effort des 80 l. dans une médiocre inclinaison du corps  $ACB$ . Et si nous pre-

nons pour exemple que la ligne  $PCH$  fasse avec  $MAF$  l'angle  $PHF$  de 70. degrés, la ligne du corps  $ACB$  sera alors inclinée à l'horizon, ou avec  $MF$  d'un angle de plus de 60. degrés, qui est tout au plus l'inclinaison où le corps peut être pour pouvoir marcher, & le sinus de 70. degrés qui est  $PF$  sera au sinus de son complément qui est  $HF$  comme 3 à 1 à très-peu près, & par conséquent l'effort des 80 l. en  $H$  selon la direction naturelle, ne sera à celui qu'elles font selon la direction horizontale que du tiers de 80 l. qui est un peu moins que 27 l.

Ceux qui n'ont pas fait l'expérience de la force d'un homme pour pousser horizontalement avec les bras, ou pour tirer une corde horizontale en marchant, le corps étant incliné en devant, soit que la corde soit attachée vers les épaules ou au milieu du corps, car l'effort n'en sera pas plus grand dans la même inclinaison de corps, puisque le sinus d'inclinaison & son complément sont toujours dans la même raison, ne sçauroient se persuader que toute la force d'un homme se réduise à tirer seulement 27 l. avec une direction horizontale.

Ce n'est pas qu'un homme étant panché ne puisse soutenir un poids beaucoup plus grand que 27 l. puisque si la ligne  $PH$  faisoit avec  $HF$  un angle de 45 degrés, il est certain que le poids du corps soutiendrait 70 l. mais comme il seroit panché selon une ligne comme  $AB$  qui seroit beaucoup plus inclinée avec l'horizon que 45 degrés, il est certain que bien-loin de pouvoir marcher, à peine pourroit-il se soutenir.

La même démonstration sert aussi à faire connoître qu'un homme aura beaucoup plus de force à tirer en marchant à reculons qu'en devant. Car dans cette situation du corps, la ligne  $PCH$  dans la troisième figure, laquelle passe du bout





des pieds *P* par le centre de gravité *C*, & d'où dépend l'augmentation de la force, sera toujours plus inclinée à l'horizon que la ligne du corps *ACB*, tout au contraire de ce qui étoit dans la position précédente.

Mais cette maniere de tirer ne sçauroit être mise en usage, à moins que ce ne soit pour tirer une corde, l'homme demeurant toujours dans la même place; aussi l'on ne manqueroit pas de se mettre en cette position dans ce cas, car la nature & l'expérience nous ont enseigné de prendre toujours les avantages possibles dans les opérations ordinaires.

C'est aussi pour cette même raison que nos Mariniers, & généralement tous ceux qui rament sur mer, tirent toujours les rames de devant en arriere; car ils ont beaucoup plus de force que s'ils les pouffoient en devant, comme font ceux qui menent les gondoles de Venise, dont je ne vois pas d'autre raison, que celle de voir le lieu où ils vont; ce qui leur est beaucoup plus nécessaire que la grande force, à cause des détours très-fréquents qu'ils sont obligés de faire dans les canaux, & pour éviter de se rencontrer les uns les autres.

Il me reste enfin à comparer la force des hommes à celle des chevaux pour tirer, qui sont les plus forts de tous les animaux qui tirent; mais comme elle ne dépend pas entièrement de leur pesanteur, comme celle des hommes, mais principalement des muscles de leur corps & de la disposition générale de ses parties qui ont un très-grand avantage pour pousser en avant, on doit se contenter de l'expérience commune qu'on a, qu'un cheval tire horizontalement autant que sept hommes; & ainsi un cheval ne peut tirer horizontalement qu'un peu moins de 200. l. Ce n'est pas qu'étant chargé, il peut tirer un peu plus; mais c'est peu de chose par rapport à l'idée qu'on a de la grande force de cet animal. Mais comme on la considère ordinairement étant appliquée à quelque machine à rouë, comme sont les charrettes, on n'en sçauroit faire une estime bien juste, puisque sur un plan uni & horizontal, il ne leur faut qu'autant de force qu'il est nécessaire pour vaincre les frotemens des aissieux,

On peut encore remarquer que trois hommes feront plus qu'un cheval , lorsqu'il s'agira de porter un fardeau sur une montagne un peu roide ; car trois hommes chargés de 100 l. chacun , la monteront plus vite & plus facilement qu'un cheval chargé de 300. ce qui vient de la disposition des parties du corps de l'homme , qui sont plus propres pour monter que celles du cheval.

On voit encore par cette démonstration , que ceux qui ont cru pouvoir tirer un très-grand avantage de la pesanteur du cheval , en l'appliquant à une machine à bascule pour servir aux mouvemens des pistons d'une pompe , n'auroient pas trouvé dans l'exécution tout ce qu'ils avoient conclu par le calcul du poids de cet animal , puisqu'à chaque pas il auroit été obligé de monter une espece de marche.



## OBSERVATION

## DE L'ECLIPSE DU SOLEIL

Du 23. Septembre 1699.

Par M. CASSINI, à l'Observatoire.

**C**OMMENCEMENT de l'Eclipse à 8<sup>h</sup>. 15'. 0". du matin avec 4 lunettes différentes.

Doigts éclipsés	Sur le papier par une lunette de 45 pieds.	Avec le Micro- metre.	Par le passage par le fil horizontal & par le vertical.	Par la figure tirée des hypo- thèses.
	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.	H. M. S.
1	8 20 40	8 20 16	8 20 44	8 21 0
2	8 26 40	8 26 58	8 27 10	8 27 30
3	8 34 0	8 33 15	8 33 41	8 33 10
4	8 40 29	8 40 2	8 40 22	8 40 0
5	8 46 28		8 46 28	8 46 30
6	8 53 6	8 52 43	8 52 58	8 52 45
7	8 59 53	8 59 24	9 0 8	9 0 0
8	9 8 25	9 7 56	9 7 31	9 7 30
9	9 15 53	9 16 6	9 16 0	9 16 0
La plus gran- de obscurité de 9 <sup>d</sup> 29'				
		9 27		
9		9 39 33	9 39 10	9 38 0
Par le fil horaire & par l'oblique.				
8		9 48 24	9 48 20	9 48 0
7		9 55 44	9 56 17	9 55 30
6		10 4 19	10 3 17	10 2 45
5		10 11 5	10 9 55	10 10 15
4	10 17 37	10 17 58	10 17 58	10 17 0
3	10 24 33	10 25 4	10 23 54	10 24 30
2	10 31 14	10 31 57	10 31 55	10 31 0
1	10 37 38		10 37 37	10 38 15
Fin.	10 44 56	10 4 58	10 45 5	10 45 0

**ECLIPSE DU SOLEIL ARRIVEE**  
*le 23. Septembre au matin 1699. & observée*  
*dans la Tour Orientale de l'Observatoire à la hauteur*  
*de la grande Salle.*

PAR M. DE LA HIRE.

25. Novem.  
1699.

**L**E Ciel ayant été très-serein & très calme pendant tout le tems de cette Eclypse, on a pû en faire les Observations avec toute la justesse possible. Je me suis servi pour en déterminer les phases, d'un lunette de 7 pieds à laquelle est appliqué un micrometre. Mais pour avoir plus justement le commencement & la fin de cette Eclypse, je me suis servi d'une lunette de 16 pieds.

Doigts éclipsés.	Tems.	Doigts éclipsés.	Tems.
0 ou commencement	8 <sup>h</sup> 14' 59"	9 $\frac{1}{2}$	9 <sup>h</sup> 30' 38"
0 $\frac{1}{2}$	8 16 54	9 0	9 37 34
1 0	8 20 9	8 $\frac{1}{2}$	9 43 20
1 $\frac{1}{2}$	8 24 0	8 0	9 47 28
2 0	8 27 11	7 $\frac{1}{2}$	9 51 8
2 $\frac{1}{2}$	8 30 25	7 0	
3 0	8 32 27	6 $\frac{1}{2}$	9 57 23
3 $\frac{1}{2}$	8 36 0	6 0	10 1 57
4 0	8 38 47	5 $\frac{1}{2}$	10 5 54
4 $\frac{1}{2}$	8 41 45	5 0	10 10 46
5 0	8 44 57	4 $\frac{1}{2}$	10 14 28
5 $\frac{1}{2}$	8 48 36	4 0	10 17 36
6 0	8 52 9	3 $\frac{1}{2}$	10 20 47
6 $\frac{1}{2}$	8 55 43	3 0	10 24 46
7 0	8 59 4	2 $\frac{1}{2}$	10 28 45
7 $\frac{1}{2}$	9 3 1	2 0	10 32 7
8 0	9 6 52	1 $\frac{1}{2}$	10 35 34
8 $\frac{1}{2}$	9 10 53	1 0	10 39 0
9 0	9 15 47	0 $\frac{1}{2}$	10 41 38
9 $\frac{1}{2}$	9 23 7	0 ou fin.	10 44 59
9 39	pour la plus grande obscurité:		J'ai observé le diametre du Soleil avec le même micrometre, & je l'ai trouvé de 31'. 58".

Cette Eclipsé étant arrivée proche de l'équinoxe, le mouvement apparent de la Lune sur le disque du Soleil, a été en ligne droite à très-peu près.

Il faut aussi remarquer que dans la plus grande obscurité de cette Eclipsé, il ne restoit qu'un peu plus de la cinquième partie du disque du Soleil qui fut éclairée, & cependant la lumière du Soleil étoit encore fort grande.

## ESSAIS SUR LES INJECTIONS

### ANATOMIQUES.

Par M. HOMBERG.

**L**ES Anatomistes souhaitent pour leurs injections des 28. Nov.  
matieres qui coulent aisément par la seringue dans les 1699.  
extrémités des vaisseaux, & qui se soutiennent ensuite dans ces vaisseaux, sans se casser; ils se servent ordinairement de la cire, du mercure & de la térébenthine cuite, &c. Ces matieres contentent assez pour le premier point, qui est de bien couler, mais elles n'ont point de consistance, la cire & la térébenthine se cassent trop facilement dans un tems un peu froid, & le mercure s'écoule par la moindre ouverture qui se fait dans les vaisseaux, & lorsqu'on le mêle d'un peu de métal, pour l'empêcher de couler, il devient si cassant qu'il n'est presque d'aucun usage, à moins que ce ne soit dans des vaisseaux extrêmement fins, encore faut-il que ces vaisseaux soient superficiels, parce que cette matiere n'en peut pas souffrir le décharnement.

Je me suis servi autrefois d'un mélange de quelques métaux, qui se fond à une chaleur assez douce pour ne pas brûler les vaisseaux, & qui ne se rompt pas aisément en la ploiant, je m'en suis servi particulièrement dans les vaisseaux un peu gros, comme sont les ramifications de la trachée artère dans les poulmons; mais l'air qui se trouve dans ces vaisseaux venant à se raréfier promptement par la chaleur d'un métal fondu, empêche ordinairement le jet de bien venir; car, ou il gonfle trop les vaisseaux, & les creve,

ou il repousse le métal , ou il laisse couler une partie du métal , & repousse le reste , ce qui fait que les branches du jet ne tiennent pas ensemble.

J'y ai quelquefois fort bien réussi , mais rarement ; je me suis imaginé que la cause de cette réussite a été que les extrémités des vaisseaux , dans ces cas , se sont trouvées assés ouvertes pour laisser échapper l'air rarefié , & qu'elles ont alors servi de ventouse au jet.

J'ai crû remedier à cet inconvenient de l'air enfermé dans les vaisseaux , en tenant ces vaisseaux long-tems enflés d'air ; pour cet effet j'ai attaché un poulmon au bout du tuyau d'un soufflet de forge , mais comme l'air se perdoit continuellement au travers des poulmons , j'ai été obligé d'appliquer au bras du soufflet , pour le remuer pendant quelque tems , une machine que je remontois sept ou huit fois par jour ; c'étoit un de ces tournebroche d'Allemagne à ressort , qui tournoit au lieu de la broche une rouë verticale d'un pied de diametre , cette rouë n'avoit que six dents avec lesquelles elle abaissoit successivement le bras d'un levier , dont l'autre extrémité remuoit le soufflet pendant près d'une heure à chaque fois que la machine étoit remontée.

Je prétendois par là , premierement dilater un peu & desseicher les parois internes des vaisseaux , afin que le métal y pût couler plus librement , & ensuite élargir un peu les extrémités de ces vaisseaux , afin qu'elles laissassent plus aisément échaper l'air rarefié pendant le jet.

Cela n'a pas mal réussi , mais comme c'est une très-grande sujétion d'être continuellement à remonter la machine pendant trois ou quatre jours & que le succès n'en est pas assés bon , pour la peine qu'on se donne , j'y ai renoncé.

J'ai été sollicité depuis , de retravailler sur cette matiere , ce qui m'a fait songer à une maniere d'appliquer ces vaisseaux à la machine pneumatique , & d'y faire entrer ce métal fondu par le pressément de l'air du dehors ; car l'air contenu dans les vaisseaux , étant le plus grand inconvenient dans l'usage de notre matiere métallique , elle ne doit pas trouver d'obstacle dans les vaisseaux vuides d'air.

Pour cet effet j'ai pris une cloche de verre dont le sommet portoit un goulot pareil à celui d'une bouteille, j'ai usé dans ce goulot un robinet de cuivre, dont le bout extérieur est fait en entonnoir, & l'extrémité de l'autre bout qui entre dans la cloche est à vis en dedans, afin d'y pouvoir adapter des tuyaux de cuivre de différentes grosseurs, selon les differens sujets qu'on y veut appliquer : l'on fait entrer le bout de l'un de ces tuyaux dans le vaisseau que l'on veut remplir, on les lie bien ensemble avec une ficelle, puis ayant mis le robinet dans le goulot de la cloche, on vit le petit tuyau de cuivre au bout du robinet qui regarde dans la cloche, ce qui tient le vaisseau suspendu dans la cloche au bout du robinet.

Alors on applique la cloche à la machine pneumatique ; & après l'avoir vidée d'air, on verse le métal fondu dans l'autre bout du robinet qui est en entonnoir ; & en ouvrant ce robinet, le métal coule jusques dans les extrémités des vaisseaux, & ne fait aucune soufflure ; on décharne ensuite ce jet, & on a en métal la figure des vaisseaux, qui se garde & se manie tant qu'on veut sans se corrompre.

La composition de ce métal est un mélange de parties égales de plomb, d'étain & de bismut ; le tout ayant été fondu ensemble, & bien mêlé sur le feu, produit une espece de métal qui se tient en fonte bien liquide dans une chaleur moins forte qu'il ne faut pour roussir du papier.

Il faut observer ici que le robinet de cuivre aussi-bien que le goulot de la cloche doivent être fort chauds tous deux, non seulement avant que d'y verser le métal, mais aussi avant que de mettre le robinet dans le goulot, autrement la cloche se casseroit ; & pendant tout le tems qu'on vuide la cloche, il faut toucher le robinet avec un fer chaud, pour l'entretenir dans la même chaleur à peu près, que celle du métal fondu, afin que le métal ne se fige pas dans l'entonnoir : il est bon aussi de frotter le robinet en dedans avec de la terre d'ombre, pour empêcher le métal de s'y attacher. Il faut enduire les robinets d'une matiere grasseuse, autrement quelque exacts qu'ils soient, ils laissent toujours

échaper l'air ; & comme ce robinet-ci est fort chaud , il faut avoir soin que la graisse qu'on y veut mettre , ait un peu de consistance , afin qu'elle ne coule pas trop , & aussi qu'elle ne petille pas par la chaleur , autrement elle cassera le goulot de la cloche. Je n'ai rien trouvé qui y fit mieux que de l'huile de lin , ou d'olives deux parties , bouillie avec une partie de minium en consistance d'onguent épais & noir ; cette matiere ne coule pas aisément dans la chaleur , & la longue cuisson aiant séparé de l'huile toute la liqueur aqueuse qu'elle pouvoit contenir , elle ne pétille plus dans la chaleur.

J'ai dit qu'il faut chauffer séparément le robinet & le goulot de la cloche , ce qui est fort nécessaire ; parce que faute d'avoir pris cette précaution , le goulot d'une cloche s'est fendu , & la cloche s'est cassée : il y a apparence que cela est arrivé de ce que le bout de l'entonnoir de cuivre s'échauffant le premier , s'est augmenté promptement de volume , & ayant par là trop écarté les parois du goulot de verre encore froid , il l'a cassé.

Il faut prendre garde que les vaisseaux dans lesquels on veut faire cette injection , n'aient pas trempé dans l'eau , si cela se peut ; ou s'ils y ont été , il faut les laisser pendant un jour entier suspendus en expérience dans la machine pneumatique , ce qui les esluie mieux qu'aucune autre maniere ; autrement l'eau qui se trouveroit dans ces vaisseaux rarefiée par le métal fondu , apporteroit du moins autant d'obstacle au jet , que l'air même y en apporte hors de la machine pneumatique.





## ETRANGES EFFETS DU SCORBUT

ARRIVÉS A PARIS

EN MIL SIX CENT QUATRE-VINGT-DIX-NEUF.

Par M. POUPART.

**M**ESSIEURS les Administrateurs de l'Hôtel-Dieu 28. Nov.  
1699.  
ayant été avertis du grand nombre de malades du Scorbut qui arrivoient journellement dans cette Maison, des étranges accidens, & des dangereuses suites de cette contagieuse maladie, ils les firent transporter à l'Hôpital Saint Louïs le deuxième jour de Mars, où plusieurs sont restés jusqu'à la fin du mois d'Août de la même année.

Le bruit de cette grande maladie s'étoit déjà répandu lorsque j'allai à l'Hôpital S. Louïs à dessein d'y faire mes observations : ce que M. Tibault alors premier Chirurgien de cette Maison, m'ayant bien voulu accorder, je ne fus pas long-tems à m'appercevoir qu'elle avoit quelque chose de la cruelle peste dont les Athéniens \* furent autrefois si malheureusement tourmentés. \* Lucr. l. 6.

La maladie dont je vais parler étoit pourtant un véritable Scorbut, car les malades sentoient comme les Scorbutiques ordinaires des douleurs aux cuisses, au gras des jambes, au ventre, à l'estomac, & leurs membres perdoient le mouvement sans perdre le sentiment. Ils avoient des maux de tête, des convulsions, & de si grandes démangeaisons aux gencives que les enfans en emportoient des lambeaux avec les ongles. Le sang qui en sortoit étoit aqueux, salé & corrosif, & la puanteur de la bouche insupportable. Ils avoient des taches dures & livides aux jambes & aux cuisses, des émorragies fréquentes par le nez & par le fondement, & une si grande foiblesse aux genoux qu'ils ne marchoient qu'en chancelant : voilà ce qu'ils avoient de commun : Voyons présentement ce qu'ils avoient de particulier.

Quand on remuoit ces malades on entendoit un petit

cliquetis d'os, dont M. N, V, Medecin à la Rochelle a déjà parlé dans son traité du Scorbut, mais il avouë qu'il n'en fçait pas encore la véritable raison : La voici telle que je l'ai trouvée.

J'ai remarqué à l'ouverture de tous ces cadavres, dans lesquels on entendoit ce petit bruit, que les épiphyses étoient entierement séparées des os, qui en froissant les uns contre les autres causoient ce cliquetis.

Nous avons ouvert plusieurs jeunes gens dans lesquels on entendoit aussi un petit bruit sourd lorsqu'ils respiroient. Nous avons trouvé dans tous ces corps là que les cartilages du *sternum* étoient séparés de la partie osseuse des côtes; & comme les cartilages sont d'une substance plus molle que les épiphyses, le bruit que leur froissement causoit étoit moins grand que celui des os qui frotoient contre les épiphyses.

Ceux en qui l'on entendoit ce bruit au tems de la respiration sont tous morts à la réserve d'un jeune homme dont les côtes se réunirent apparemment aux cartilages, car l'on n'entendit plus ce bruit après sa guérison.

Tous ceux à qui l'on trouvoit du pus & des férofités dans la poitrine avoient les côtes séparées de leurs cartilages, & la partie osseuse des côtes qui regardoit le *sternum* étoit cariée de la longueur de quatre doigts, ce qui est une marque que la causticité de la lymphe dont ces corps étoient abreuvés, étoit extrêmement grande.

La plupart des cadavres qui ont été ouverts avoient les os noirs, cariés & vermoulus.

Plusieurs de ces malades marchaient en chancelant : cet accident est commun & ordinaire aux Scorbutiques & très-connu des Medecins, mais la raison que voicy ne l'est pas tant. Il est certain que l'affermissement des articles vient de la force & du ressort des ligamens qui serrent les os les uns contre les autres; les ligamens de ces malades étoient corrodés, lâches, & les os fort écartés. Ce qui venoit de ce qu'au lieu de trouver dans les articles cette lymphe douce & huileuse qui s'y voit ordinairement pour leur

donner de la souplesse & le mouvement aisé, on n'y trouvoit qu'une eau verdâtre & si caustique qu'elle avoit rongé les ligamens, & par conséquent détruit la force de leur ressort.

Tous les jeunes gens au dessous de 18. ans avoient en partie les épiphyses séparées du corps de l'os, & au moindre effort on les en séparoit entierement. La raison en est que les jeunes personnes n'ont pas encore les épiphyses fort attachées aux os, ainsi pour peu qu'ils soient imbibés de la lymphe corrosive qui se trouve dans les jointures, il n'est pas difficile que la causticité de cette liqueur les sépare entierement de l'os.

Tous les os qu'on trouvoit entierement séparés de leurs épiphyses étoient deux fois plus gros qu'ils ne devoient naturellement être, parce que les épiphyses n'étoient détachées qu'à ceux dont les os étoient abreuvés d'une eau qui avoit pénétré dans leur substance qu'elle avoit fait gonfler.

Les os des convalescens sont restés enflés sans leur causer aucune douleur : ils auront pû diminuer avec le tems, comme il arrive aux enfans noûés dont les os dessèchent peu à peu à mesure qu'ils croissent.

Tous ceux qui avoient de la peine à respirer, ou la poitrine embarrassée y avoient des lymphes ou du pus, & souvent on leur en trouvoit dans les poulmons, plus ou moins à proportion que les malades étoient oppressés.

Nous avons vû des malades dont la poitrine est devenue si oppressée qu'ils sont morts tout d'un coup : cependant on ne leur trouvoit aucune sérosité dans la poitrine, ni dans les poulmons : mais le pericarde étoit entierement attaché aux poulmons, les poulmons étoient colés à la pleure & au diaphragme, & toutes les parties étoient tellement mêlées & confonduës ensemble, qu'elles ne formoient plus qu'une masse si embarrassée qu'à peine pouvoit-on les distinguer les unes des autres.

Comme les poulmons se trouvoient comprimés au milieu de cette masse, ils ne pouvoient plus faire leur mouvement, ainsi le malade devoit suffoquer faute de respiration. L'ad-

herence & la confusion qui se trouvoit entre toutes ces parties, venoit de ce qu'étant ulcerées elles ne pouvoient pas manquer de se coler ensemble.

Les Scorbutiques ordinaires ont les glandes du mesentere obstruées & enflées ; ceux ci avoient le foie en partie pourri & des abcez dans sa substance.

Quelques-uns avoient du pus endurci & comme petrifié dans le foie, leur rate étoit trois fois plus grosse qu'elle ne devoit être, & se mettoit en pieces en la maniant, comme si elle n'avoit été composée que d'un sang caillé, & quelquefois les reins & la poitrine étoient remplies d'abcez.

Il s'est trouvé des cadavres jusqu'à l'âge de quinze ans à qui en pressant entre deux doigts le bout des côtes qui commençoient à se séparer des cartilages, il en sortoit quantité de pourriture qui étoit la partie spongieuse de l'os, de sorte qu'après la compression il ne restoit plus de la côte que deux petites lames osseuses.

Nous avons vû des malades qui n'avoient pour toute marque de Scorbut que quelques legeres ulcerations aux gencives : Il leur survenoit ensuite de petites tumeurs rouges & dures sur la main, sur le col du pied, & en quelques autres parties du corps. Après cela parurent de gros abcez à leurs aines & sous leurs aisselles, suivis de plusieurs taches bleuës par tout le corps, qui étoient les avancoueurs assurés de la mort. Nous trouvâmes à ces gens-là les glandes des aisselles fort grosses & environnées de pus, aussi-bien que les muscles des bras & des cuisses, dont les intervalles étoient tous remplis.

L'on a remarqué des malades qui avoient les bras, les jambes, & les cuisses d'un noir rouge & comme brûlé ; la cause de cet effet étoit un sang noir & caillé que nous trouvâmes toujours sous la peau de ces malades.

*Et simul ulceribus quasi inustis omne rubere*

*Corpus. . . . .*

Nous leur trouvâmes aussi des muscles gonflés & durs comme du bois, dont la cause étoit un sang figé dans le corps de ces muscles, qui en étoient quelquefois si remplis

que les jambes de ces gens-là leur restoient toutes pliées sans pouvoir les étendre.

Nous observâmes que ces taches bleuës, rouges, jaunes & noires que l'on voit sur les corps des Scorbutiques ordinaires, ne viennent que d'un sang extravasé sous la peau. Quand le sang avoit conservé sa couleur rouge, la tache étoit rouge; si c'étoit un sang noir & caillé, elle étoit noire; quand il étoit mêlé de quelque bile, il étoit d'un noir jaune; enfin à proportion que le sang étoit mêlé avec des humeurs de différentes couleurs, les taches paroissoient aussi de différentes couleurs.

On voyoit quelquefois sur le corps de ces malades de petites tumeurs qui rougissoient de jour en jour; on y appliquoit des onguents émolliens pour les adoucir, & ces tumeurs venant à percer formoient un ulcere appelé Scorbutique, qui provenoit du sang dont la tumeur étoit remplie; car à chaque fois qu'on levoit l'emplâtre, on trouvoit dessous un gros amas de sang caillé; on remettoit un emplâtre, & peu de tems après on trouvoit encore dessous un sang caillé; on continua à panser de cette maniere, & à force d'ôter le sang qui survenoit, on épuisoit entierement la tumeur, & le malade guérissoit.

Il survint à quelques vieilles gens un si grand saignement par le nez & par la bouche qu'ils en moururent, n'étant pas possible de l'arrêter, parce que la lymphe de ces malades étoit si corrosive, comme nous l'avons déjà dit, qu'elle rongeoit les tuniques des veines. Et cette émorragie étoit d'autant plus difficile à s'arrêter, que le sang des vieillards est plus fluide & plus aqueux, que celui des jeunes gens, à qui cet accident n'arrivoit point.

*Sudabant etiam fauces intrinsecus atro*

*Sanguine; & ulceribus vocis via cœpta coibant. . . .*

*Aut etiam multus capitis cum sæpe dolore*

*Correptus sanguis pletis ex naribus ibat.*

Les jeunes & les vieux tant hommes que femmes, avoient de si grands cours de ventre que ceux qui n'avoient pas assez de force pour y résister, en mouroient; mais ils gué-

riffoient fort vite s'ils étoient affés robustes.

*Quorum si quis, ut est, vitarat funera leti:  
Visceribus tetris, & nigra proluvie alvi.*

Il y avoit des malades si resserrés qu'ils n'alloient jamais à la selle sans prendre quelques remedes.

Plusieurs avoient de si grosses enflures partout le corps, aux mains, aux bras, & aux pieds qu'ils sembloient avoir été soufflés. On en guérissoit plusieurs avec des medecines, des lavemens, & des julets adoucissans.

Un garçon âgé de dix ans avoit les gencives fort enflées & ulcerées, ses dents étoient rongées à la racine & ne tenoient plus, & son haleine répandoit une puanteur insupportable.

*Spiritus ore foras tetrum volvebat odorem*

*Raucida quo perolent projecta cadavera ritu.*

Le Chirurgien fut obligé d'arracher toutes les dents de ce malade pour mieux panser sa bouche, aussi-bien seroient-elles tombées d'elles-mêmes: ses gencives guériront, mais une tumeur grosse comme une petite noix survint au malade à côté de la langue. Il y avoit au milieu de cette tumeur un enfoncement livide qui dégénéra en ulcere qui rongea la moitié de la tumeur, le reste demeura entier. Quelque tems après il parut une autre tumeur à la jouë, qui étoit d'une dureté extraordinaire. Elle étoit livide au milieu comme la premiere, & dégénéra aussi en ulcere: ce jeune homme mourut tout d'un coup dans le tems qu'on s'y attendoit le moins, & on trouva que toutes les parties intérieures de son corps étoient pourries.

Tous les malades qui mouroient subitement sans qu'il leur parût aucune cause apparente de mort, avoient les oreillettes du cœur aussi grosses que le poing remplies d'un sang caillé, qui empêchant la circulation, le malade devoit nécessairement mourir.

Il venoit à la jouë de plusieurs malades un petit ulcere blanc & dur tout autour, si l'on n'eût eu le soin de l'arrêter aussi-tôt, & de l'emporter avec l'esprit de vitriol, il devenoit bien-tôt livide, noir & puant, & lui rongeoit la jouë,

de sorte qu'on lui voïoit toutes les dents.

Nous avons vû plusieurs malades depuis l'âge de 18. ans jufques à 30. qui étoient indolens , abatus , ftupides & fans mouvement. Ils avoient la bouche ouverte , les yeux enfoncés , le regard affreux , & reffembloient à des ftatuës plutôt qu'à des hommes.

*Atque animi prorsus vires totius & omne*

*Languebat corpus , leri jam limine in ipfo*

*..... Cavati oculi , cava tempora , frigida pellis*

*Duraque : inhorrebat rictum .....*

Tous ces gens-là n'avoient pour maladie apparente que les gencives ulcerées , leur peau étoit belle , fans tache , fans dureté : cependant nous trouvâmes leurs mufcles gangrenés , humectés d'un fang noir & pourri , & en les maniant ils nous reftoient par pieces entre les mains.

Un homme avoit une efpece de charbon fur le col du pied , fes levres & les aîles de fon nez fe fendoient & une eau puante couloit lentement de fes narines. Cet homme n'a pas laiffé de traîner affés long-tems une vie mourante : fon cadavre fit peur je n'ofai l'ouvrir.

Un jeune homme à qui il ne paroiffoit pas extérieurement beaucoup de mal mourut fubitement. Nous lui trouvâmes le péricarde rongé de maniere qu'il n'en reftoit que fort peu , & fon cœur étoit ulceré tout autour affés profondément.

Ordinairement les Scorbutiques fe portent mieux l'été que l'hyver , ce qui peut venir de la grande transpiration ; ceux-ci au contraire fe font affés bien portés depuis le mois d'Avril jufques au commencement de Juin , les taches , la dureté , & les autres accidens du Scorbut avoient déjà difparu ; mais les grandes chaleurs étant venuës , tous ces accidens recommencerent. Ceux qui fe portoient affés bien pour sortir de l'Hôpital retomberent malades : les jambes & les cuiffes leur devenoient toutes noires , & fousvent la mort finiffoit leurs miferes. Ce defordre pouvoit venir de ce que les lymphes corrosives étoient fi abondantes , qu'il étoit comme impoffible que la transpiration les pût toutes

épuiser, de sorte que croupissant dans ces malades où elles étoient échauffées par les grandes chaleurs, elles y fermentoient, aigrissoient, & pourrissoient. De là naissoient les corrosions, les ulceres, les grands abcès, les pourritures, & les autres accidens dont nous avons parlé.

Tous ces pauvres gens mangeoient en dévorant jusques au dernier moment de leur vie. Cette faim canine étoit causée par une humeur acre, dont on leur trouvoit toujours le ventricule garni, qui par son action excitoit un sentiment qu'on appelle la faim.

Rien n'est plus capable de corrompre le sang que les longues disettes; l'usage des mauvais alimens y contribué encore davantage; le froid arrête la circulation, & fait séjourner le sang dans les parties où il aigrit & pourrit; la tristesse & l'abatement de l'esprit qui succede à ces miseres l'emporte sur toutes ces causes; on peut juger ce qu'elles ont été capables de faire sur ces malheureux où elles se trouvoient toutes ensemble. Elles y engendroient des lymphes de différentes couleurs, dont le ventre, la poitrine, & plusieurs autres parties de leur corps étoient toutes remplies. Ces lymphes étoient si caustiques, qu'après avoir trempé les mains dans les cadavres, elles peloient entierement, & le visage devenoit ulcéré, de sorte qu'on étoit obligé de se lever la nuit pour se laver le visage avec de l'eau fraîche, afin d'en ôter l'ardeur & l'inflammation.

Mais ce qui m'a paru de bien surprenant dans cette grande maladie, c'est que le cerveau de ces pauvres gens étoit toujours très-sain & très-beau. Voilà les foibles expressions des effets d'un mal si cruel, que les yeux n'ont pû considérer, sans porter la tristesse dans le cœur.



# REFLEXIONS

## SUR UNE LETTRE DE M. FLAMSTEED.

A M. WALLIS.

*Touchant la Parallaxe annuelle de l'Etoile Polaire.*

Par M. CASSINI le Fils.

**L**Es variations que l'on avoit observées autrefois dans la hauteur de l'Etoile Polaire, dont il est parlé dans le Voyage d'Uranibourg, & dans les Memoires de l'Académie du 31. Juillet 1693. avoient donné lieu d'examiner si elles ne venoient point de quelque Parallaxe que cette étoile pourroit avoir à l'égard de l'orbe annuel de la terre, suivant l'hypothese de Copernic.

5. Decem.  
1699.

Mais ayant trouvé que quelques Observations s'y accordoient, & que d'autres y étoient contraires, l'on se contenta de donner quelques conjectures sur ce qui pouvoit en être la cause.

M. Flamsteed dans une Lettre que M. Wallis a inserée dans le troisiéme Tome de ses Ouvrages, donné depuis peu au Public, prétend conclure la Parallaxe de l'Etoile Polaire de plusieurs observations qu'il a faites en diverses saisons depuis l'an 1689. jusqu'en 1697. C'est ce qui nous a donné lieu d'y faire attention; & ayant vû que ces Observations s'accordent avec celles que l'on en a faites à l'Observatoire, nous avons ensuite examiné la méthode dont il se sert pour en tirer la parallaxe.

Je rapporterai en peu de mots ce qu'il en dit dans sa Lettre.

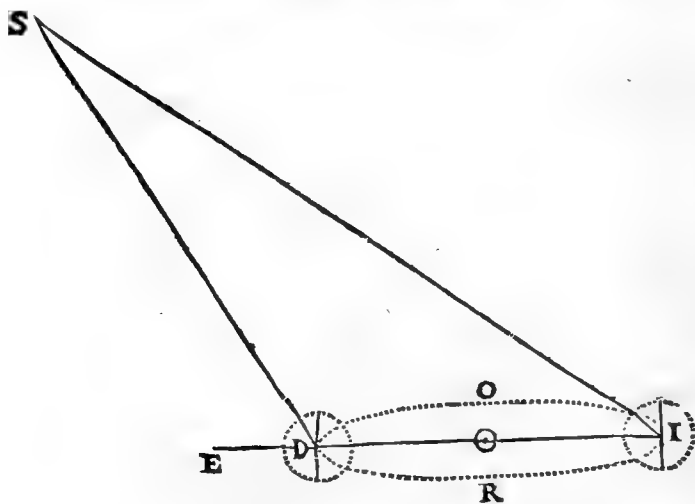
Les observations qu'il a faites avec un instrument mural des 7 pieds de rayon, & dont le limbe a 150 degrés, donnent la distance de l'Etoile Polaire au Zenith, lors qu'elle est dans la partie supérieure de son cercle, plus petite au

1699.

Z

mois de Juillet, Août & Septembre qu'aux mois de Novembre & Décembre, & lorsqu'elle est dans la partie inférieure de son cercle plus petite au mois de Novembre, Décembre & Janvier qu'aux mois d'Avril & de May, d'où il suit que l'Etoile Polaire est plus éloignée du Pole au mois d'Avril, May, Juillet, Août & Septembre qu'aux mois de Novembre, Décembre & Janvier. Entre Septembre & Décembre il trouve une Parallaxe de 25 à 30 secondes, entre Décembre & Avril de 30 à 35 secondes, & entre Juillet & Décembre ou bien Decembre & May de 35, 40 à 45 secondes.

Il conclut de ces Observations que la plus grande variation de la distance de l'Etoile Polaire au Pole est de 40 à 45 secondes; de sorte que le diametre du cercle qu'elle décrit autour du Pole dans l'Eté est plus grand que celui qu'elle décrit en Hyver de 1' 20" ou 1' 30", ce qu'il dit s'accorder au système du mouvement de la Terre, comme il entreprend de le prouver par cette figure qu'il rapporte.

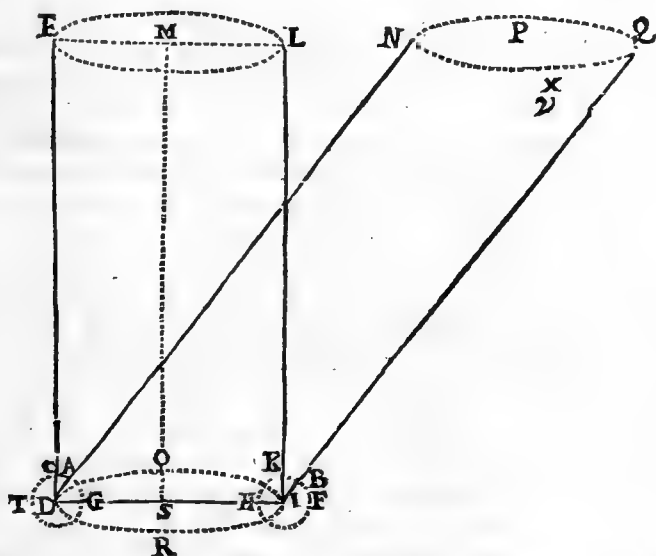


Soit, dit-il, ☉ le Soleil placé dans le centre de l'orbe de

**la Terre  $\bar{I} \bar{O} D R$ .** Soit  $I$ , le lieu de la Terre au mois de Juin, quand le Soleil paroît dans la même longitude que l'Etoile Polaire;  $D$ , le lieu de la Terre en Décembre, lorsque le Soleil paroît dans le point opposé.

Soit  $S$  l'Etoile Polaire, d'où foient tirées les lignes  $SI$ ,  $SD$ , l'on voit, dit-il, que l'angle  $SEI$ , latitude de l'Etoile Polaire au mois de Juin est plus petit que l'angle  $SEI$  latitude au mois de Décembre, & que par conséquent sa déclinaison est plus petite, & sa distance au Pole plus grande au mois de Juin qu'à quelques mois que ce soit de l'année.

Pour voir si l'on peut tirer cette conséquence de ses Observations , il sera à propos d'examiner ce qui résulte de l'hypothèse du mouvement de la Terre , par rapport aux Etoiles fixes & aux Poles apparents de la Terre & de l'Ecliptique.



Soit  $S$ , le centre du Soleil  $IODR$  l'Ecliptique ou l'Orbe annuel de la Terre, dont le diametre est  $ISD$ ,  $I \& D$  ; la Terre en deux situations opposées du Cancer & du Ca-

pricornne,  $T C G$  ou  $H K F$  cercle perpendiculaire à l'Ecliptique ou colure des solstices dans le Globe de la Terre, qui passe par le Pole  $A$  ou  $B$  de la Terre dont l'axe est  $D A$ , dans une situation, &  $I B$  dans l'autre.

Le point  $G$  ou  $F$  de l'Ecliptique, qui est le plus proche du Pole Boreal de la Terre  $A$  ou  $B$ , se rapporte au commencement du Cancer, & le point  $T$  ou  $H$  qui en est le plus éloigné se rapporte au commencement du Capricorne. Si l'on élève sur le plan de l'orbe annuel, qui est celui de l'Ecliptique, les perpendiculaires  $D C E$ ,  $S O M$ ,  $I K L$ , elles représentent l'axe de l'Ecliptique, & déterminent dans le Ciel le Pole de l'Ecliptique,  $E$ ,  $M$ ,  $L$ , à l'égard du Soleil placé en  $S$  & de la Terre en  $D$  & en  $I$ . De même si l'on tire du Soleil  $S$  une ligne  $S P$  parallèle à l'axe de la Terre, & que l'on prolonge les lignes  $D A$ ,  $I B$ , qui représentent l'axe du Monde, elles déterminent dans le Ciel le Pole du Monde  $N$ ,  $P$ ,  $Q$ , à l'égard du Soleil en  $S$ , & de la Terre en  $D$  & en  $I$ ; de sorte que supposant le Soleil immobile, l'axe de l'Ecliptique tiré par le centre de la Terre décrira par sa révolution annuelle le cercle  $E L$ , & l'axe de la Terre décrira le cercle  $N Q$ , qui dans la surface de la Sphere se réduit à une courbe, de sorte qu'une étoile supposée fixe comme en  $U$ , se trouvera par cette révolution tantôt plus proche, tantôt plus éloigné du Pole apparent du Monde.

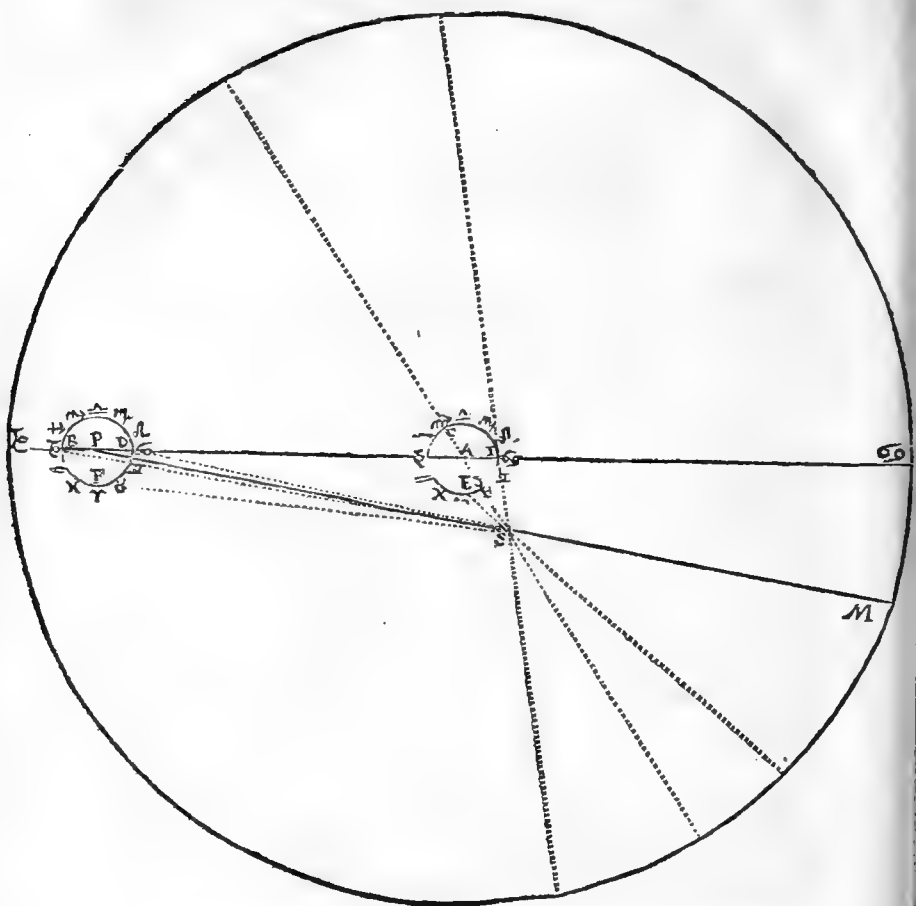
Soit donc dans la surface de la Sphere, ( *v. fig. 3.* )  $P$ , le Pole de l'Ecliptique,  $A$ , celui du Monde, la ligne  $A P$  tirée par ces deux points représentera un arc des colures du solstice de  $23^{\text{d}} \frac{1}{2}$ . Le cercle  $B F D$  représente la révolution annuelle du Pole de l'Ecliptique & le cercle  $C E I$  la révolution annuelle du Pole de la Terre. L'Etoile Polaire se rapporte présentement à  $24^{\text{d}} 23'$  des Jumeaux, à  $5^{\text{d}} 37'$  du commencement du Cancer. Ayant donc fait l'angle  $D P S$  de 5 degrés 37 minutes, & tiré la ligne  $P S$ , l'Etoile Polaire est dans cette ligne. Elle est aussi éloignée du Pole de l'Ecliptique de 24 degrés. Ayant donc pris  $P S$  de 24 degrés sur la ligne  $A S M$ , on aura l'Etoile Polaire en  $S$ .

La Terre est en Cancer lorsque le Soleil est vû en Capri-

corne, ce qui arrive vers la fin de Décembre & au commencement de Janvier, & alors dans les cercles décrits dans la surface de la Sphere par le mouvement annuel, divisés par Signes, le Pole de la Terre & du Zodiaque sont aussi en Cancer. La Terre & ses Poles de l'Ecliptique & de l'Equinoxial sont en Capricorne, lorsque le Soleil est vu en Cancer, ce qui arrive vers la fin de Juin & au commencement de Juiller, d'où il suit que le complément de la latitude de l'Etoile Polaire au mois de Juin représenté par  $SB$  est plus grand que le complément de la latitude de l'Etoile Polaire au mois de Décembre représenté par  $SD$ , c'est-à-dire que la latitude de l'Etoile Polaire est plus petite au mois de Juin qu'au mois de Décembre.

M. Flamsteed conclut de là que la déclinaison est plus petite au mois de Juin, qu'en quelque mois de l'année que ce soit.

Mais si l'on fait attention à la figure, l'on verra qu'il peut bien arriver que la latitude de l'Etoile Polaire soit plus petite dans un tems de l'année que dans l'autre, sans que pour cela sa déclinaison suive la même règle. Supposons par exemple que la Terre soit en Ariès, comme elle est au mois de Septembre; alors le Pole apparent de l'Ecliptique sera en Ariès dans le petit cercle  $BF D$ , & le Pole du Monde sera en Ariès dans son petit cercle  $CE I$ . Quand la Terre sera en Cancer, comme elle est à la fin de Décembre, les Poles de l'Ecliptique & du Monde seront aussi en Cancer. Tirant donc de l'Etoile Polaire  $S$ , les lignes  $SF$ ,  $SD$ ; elles représentent le complément de sa latitude, & tirant du même point  $S$  les lignes  $SE$ ,  $SI$ , elles représentent le complément de sa déclinaison, d'où l'on voit que  $SF$  complément de la latitude au mois de Septembre est plus grand que  $SD$  complément de la latitude au mois de Décembre, quoique  $SE$  complément de la déclinaison au mois de Septembre soit plus petit que  $SI$  complément de la déclinaison au mois de Décembre; ce qui n'est pas conforme à ce que M. Flamsteed suppose.



Pour trouver donc le lieu où selon l'hypothese du mouvement de la Terre l'Etoile Polaire doit être plus ou moins éloignée du Pole, il faut tirer de  $S$ , par le centre  $A$ , la ligne  $S O C$ , qui coupe le cercle  $C I E$  aux points  $O, C$ ,  $SC$  sera la plus grande distance de l'Etoile Polaire au Pole, &  $SO$  la plus petite. On résoudra ensuite le triangle Spherique,  $P A S$ , dans lequel l'arc  $P A$  distance entre les Poles de

l'Ecliptique & du Monde est connu de  $23^{\text{d}} 29'$ . L'arc  $PS$  complément de la latitude de l'Etoile Polaire, est de  $23^{\text{d}} 56' 50''$ , & l'angle  $AP$  compris entre ces deux côtés a été pris de  $5^{\text{d}} 37'$ . C'est pourquoi l'on trouvera l'angle  $PAS$  ou  $PAO$  distance du point  $O$  au point du Capricorne de  $99^{\text{d}} 2'$ . Le point  $O$  où le Pole de la Terre doit paroître le plus près de l'Etoile Polaire, répond donc à  $9$  degrés d'Ariès, & le point  $C$  où il en doit être le plus éloigné à  $9$  degrés de Libra; & par conséquent lorsque la Terre est à  $9$  degrés d'Ariès, c'est-à-dire à la fin de Septembre ou au commencement d'Octobre, la distance de l'Etoile Polaire au Pole doit être la plus petite qui soit possible; & lorsqu'elle est à l'opposite à  $9$  degrés de Libra, c'est-à-dire à la fin de Mars ou au commencement d'Avril, la distance de l'Etoile Polaire au Pole doit être la plus grande; ce qui ne s'accorde pas aux Observations de M. Flamsteed, suivant lesquelles l'Etoile Polaire est à peu près dans la même distance du Pole & du Zenith au mois d'Avril & de Septembre. L'on ne peut donc point conclure de ses Observations la Parallaxe annuelle de l'Etoile Polaire, puisqu'elle demanderoit une variation différente de celle qui s'observe.



## DEUX MANIERES DE ROUES

## A EPUISER L'EAU.

Par M. DES BILLETES.

## LA PREMIERE.

9. Decem.  
1699.

**E** LLE est toute fermée d'un côté par un cercle de 3 pieds de diametre, fait de planches épaisses d'un pouce & demi, attachées sur une croisée de huit pieces de bois, qui dans le centre de leur assemblage laissent un trou de 8 pouces enquarré dans lequel s'emboëtte le bout d'un arbre de pareille grosseur, & qui en tournant fait aussi tourner cette rouë. L'autre côté opposé est vuide depuis le centre jusques à environ 13 pouces près de la circonférence. Cet espace de 13 pouces est occupé par 14 godets cloués sur les planches, & qui sont comme des manieres de boëtes ayant de dedans en dedans 15 pouces de long, sur 14 de haut, & 11 de large. La longueur s'entend de l'espace qu'ils tiennent sur le tour de la circonférence, la hauteur de leur élévation perpendiculaire sur le plan, & la largeur de leur espace en tirant de la circonférence au centre. La planche extérieure de leur longueur est rognée de quelques pouces, & par conséquent laisse une ouverture pour donner entrée à l'eau à mesure que chaque godet plonge, tous les cinq autres côtés étant exactement fermés. Celle qui couvre leur hauteur est de deux pieces, dont l'une immobile; l'autre y est attachée par deux couplets & charnieres, en sorte qu'elle peut ouvrir & fermer de même que le couvercle ordinaire d'un coffre. Sur ce couvercle est adapté un loquet fait aussi comme les loquets ordinaires des portes, & qui pressé par un ressort placé sur le même couvercle, s'engage ou accroche sous un mentonnet de fer attaché à la planche du côté du godet qui regarde le centre, ou le vuide de la Rouë. Et cela étant, l'eau qui est entrée dans le godet par son ouverture

y.



y demeure renfermée tant que le loquet retient le couvercle. Mais lorsqu'il vient à se décrocher de dessous le mentonnet, le poids de cette eau la fait incontinent dégorger dans une auge qui est au dessous. Cette auge a un pied de haut sur deux de large, & porte fermement attaché un crochet de fer qu'on nomme *le décrochoir*; parce qu'à mesure que la Rouë tourne, ce crochet attrape successivement tous les loquets des godets, & forçant leur ressort les dégage ou les décroche de dessous les mentonnets qui tenoient les couvercles assujettis & fermés. Puis quand la Rouë continue de plonger, les couvercles se referment, tant parce qu'ils rabattent de leur propre poids, que par celui de l'eau qui les frappe par dehors, & donne la liberté au jeu des ressorts qui racrochent les loquets sous les mentonnets.

### LA SECONDE ROUE.

Elle est moins composée que l'autre. Car elle est formée de deux cercles qui la renferment parallelement, & qui contiennent entr'eux un nombre arbitraire de volets fermés par le fond, les côtés, les bouts; mais tout ouverts à la circonférence de la Rouë. Ce qu'elle a de plus singulier est une auge courbe, qui embrasse ses deux plans par un segment de cercle d'environ 100. degrés, en sorte que par en bas elle remonte un peu au dessus du rayon horizontal de la Rouë, & par conséquent conduit toute l'eau qu'elle puise jusqu'à un endroit d'en haut où elle a un recoude, par où l'eau se dégorge en quelque rigole qu'on a préparée pour le vuider.

L'avantage de la seconde Rouë sur l'autre est d'avoir un peu plus de simplicité dans sa construction; mais elle a aussi beaucoup plus de frottement, parce que l'auge doit affleurer assez exactement les côtés, ou sinon il se fait beaucoup de perte d'eau. Et ce frottement est sur tout beaucoup plus considérable, quand vers la fin de l'épuisement l'eau ayant beaucoup baissé, il faut incliner

les Rouës à l'horizon. Mais la premiere n'a ni frottement ni perte d'eau, & ainsi à tout prendre elle est la meilleure. On peut avec les deux tirer jusqu'à 5000. muids d'eau par heure.

---

## DE LA RESISTANCE CAUSE'E DANS LES MACHINES.

*Tant par les frottemens des parties qui les composent ,  
que par la roideur des cordes qu'on y employe , & la  
maniere de calculer l'un & l'autre.*

Par M. AMONTONS.

19. Decem.  
1699.

**L**E grand usage que tous les Arts sont obligés de faire des machines, est une preuve convaincante de leur abso-luë nécessité ; ainsi sans perdre tems à établir autrement cette verité, on se contentera de dire icy, que si le nom de Machine est quelquefois pris en mauvaise part, & s'il devient quelquefois méprisable, ce n'est en partie qu'à cause que le peu de régles que nous avons dans les Mécaniques ne suffisent pas toujours pour prévoir certainement l'effet que les Machines qu'on projette doivent produire dans leur exécution ; ce qui fait bien souvent, que plusieurs personnes qui les ignorent se croient bien fondées à ne s'en pas instruire, & tombent par là dans des absurdités étranges. En effet de tous les Auteurs qui ont écrit des forces mouvantes, il n'y en a peut-être pas un qui ait fait une attention suffisante sur l'effet des frottemens dans les Machines, & sur la résistance causée par la roideur des cordes, ni qui nous ait donné des régles pour connoître l'une & l'autre, & les réduire au calcul ; quoique cependant cette connoissance ne soit pas moins nécessaire pour bien juger de l'effet d'une Machine que l'est celle des differens rapports des parties qui la composent, & qu'il n'est que trop vrai que le manque de cette connoissance

de la résistance causée par les frottemens, & par la roideur des cordes est presque toujours dans les machines un écueil d'autant plus à craindre que jusqu'à présent sa grandeur a été inconnue.

Que sert par exemple de sçavoir suivant les principes de la Mécanique, que pour tirer la poutre, *AB*, suivant



la direction du plan incliné *CD*; il ne faut qu'une puissance capable de surmonter la trentième partie du poids de cette poutre lorsque le sinus droit de l'angle de l'inclinaison de ce plan n'est que la trentième partie du sinus total : si d'ailleurs on ignore que la résistance causée par le frottement de cette poutre contre Terre, peut être, non seulement égale à cette puissance, mais encore la surpasser un nombre de fois très-considérable. Or il est constant par plusieurs expériences très-certaines que si le poids de cette poutre est par exemple de 3000 livres, il faudra non pas une puissance capable de surmonter seulement 100 livres, comme il paroît qu'il suffiroit par le simple calcul mécanique, mais capable de surmonter 2250 livres, ce qui est bien loin de compte, & ce qui est cependant très-véritable, l'expérience ayant fait connoître que la résistance causée par le frottement du bois contre Terre est environ les  $\frac{3}{4}$  de la force dont il est pressé contre, & quant à la résistance causée par la roideur des cordes, on verra par les expériences rapportées dans la suite de ce discours, qu'elle est aussi très-considérable.

Il est donc nécessaire, si on veut éviter de porter un mauvais jugement sur l'effet d'une machine, d'avoir soigneusement égard, non seulement aux differens rapports que les parties de la Machine qui communiquent le mouvement ont les unes aux autres; mais encore à la résistance causée par le frottement de toutes ces parties, & par la roideur des cordes, lorsqu'on y en employe; mais com-

me cette connoissance dépend de celle de plusieurs causes Physiques dont les effets ne se peuvent bien déterminer que par l'expérience ; voicy celles qu'on a faites à ce sujet, & les règles qu'on peut déduire.

## EXPERIENCE

### *Du Frottement de diverses matieres les unes contre les autres.*

ON a mis sur des plans *AA*, de cuivre, de fer, de plomb, de bois, enduits de vieux-oingt : d'autres plans



*BB*, de pareilles matieres, & de differentes grandeurs ; on les a pressés les uns sur les autres differemment par des ressorts semblables à celui représenté *CCC*, dont la quantité de la pression étoit connuë. On a changé ces plans dans toutes les manieres possibles mettant tantôt ceux de fer sur ceux de cuivre, de plomb, & de bois, & tantôt ces derniers sur celui de fer ; & à chaque fois on a remarqué avec un peson à ressort *D*, la quantité de force nécessaire pour les faire mouvoir, & on a trouvé,

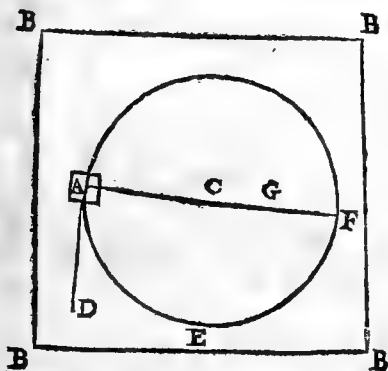
Primò, *Que la résistance causée par le frottement n'augmente & ne diminue qu'à proportion des pressions plus ou moins grandes suivant que les parties qui frottent ont plus ou moins d'étendue.*

Secundò, *Que la résistance causée par les frottemens est à peu près la même dans le fer, dans le cuivre, dans le plomb, dans*

le bois, en quelque maniere qu'on les varie, lorsque ces matieres sont enduites de vieux-oingt.

Tertiò, Que cette résistance est à peu près égale au tiers de la pression : A ces remarques il convient encore ajouter cette quatrième, que ces résistances sont entre elles en raison composée des poids ou pressions des parties qui frottent, des tems & des vitesses de leur mouvement.

Car si le plan par exemple *A*, est pressé sur le plan horizontal *B B B B* d'une quantité égale à 30 livres, suivant la troisième remarque, il faudra une puissance égale à 10 liv. pour le mouvoir, soit que ce plan soit mû suivant quelque ligne droite que ce soit comme *AD*, ou suivant une li-



gne circulaire comme *AE*; car on peut supposer ce plan *A* si petit, que la détermination autour du centre *C*, ne produise pas un effet qui diffère sensiblement de celui qu'il produiroit suivant la détermination d'une ligne droite. Or il est évident que si au lieu d'appliquer la puissance en *A* ou en quelque en-

droit du rayon *CA* on l'applique en *F*, ou en quelque endroit du rayon *FC*, autant distant du point *C*, que l'endroit où cette puissance auroit dû être appliquée sur le rayon *AC*, cela ne change encore rien à la chose, & que le plan sera toujours mû également, soit que la puissance soit appliquée vers *A* ou vers *F*, pourveu que ce soit à égale distance de ces points ou du centre *C*; mais comme il est démontré dans les Mécaniques, que deux forces n'agissent également que lorsqu'elles sont entre elles en raison réciproque de leur distance du centre d'appuy, il suit que si la puissance qui est appliquée en *A* égaioit la résistance causée par le frottement du plan *A* étoit de dix

livres, elle devra être de 20 livres pour égaler cette même résistance, lorsque cette puissance sera appliquée en  $G$ , en sorte que  $GC$  soit à  $AC$ , comme 1 à 2 au contraire supposant la résistance en  $G$ , & la puissance en  $A$ , cette puissance ne devra être que de 5 livres pour égaler cette résistance; & si tant en  $A$  qu'en  $G$ , on suppose une pression pareille à celle du plan  $A$ , la puissance qui sera appliquée en  $A$  ou en  $F$  ne devra être que de 15 livres pour égaler ces deux résistances causées par les deux pressions de chacune 30 livres, où l'on voit que ces résistances sont entre elles lorsque les pressions sont égales en raison des espaces parcourus dans les mêmes tems & conséquemment qu'elles sont encore entre elles en raison inverse des tems de leurs mouvemens, lorsque les espaces parcourus sont égaux, d'où il suit que si un plan est doublement pressé, & parcourt un espace double dans moitié moins de tems qu'un autre plan, le frottement dans le premier égalera huit fois celui du dernier.

C'est en raisonnant suivant les principes ci-dessus que nous reconnoissons que le frottement dans le traineau fait une résistance pour le moins égale aux tiers du poids du traineau & du fardeau dont il est chargé, que dans la charette, cette résistance est moindre que dans le traineau suivant la raison de la circonference de la rouë à la circonference du trou du moyeux qui reçoit l'essieu; & que si cette raison est comme 18 à 1 la résistance causée par le frottement, & dans la charette égal à  $\frac{1}{18}$  partie du poids du corps de la charette, & du fardeau dont elle est chargée.

C'est enfin par ces principes que nous sçavons pourquoi dans toutes les Machines, & dans tous les fardeaux qui se meuvent horizontalement sur un pivot le frottement est si peu considerable, de même que dans les balances quelque pesant que soit le fardeau; car la raison de la grosseur de la partie du pivot qui frotte, à la longueur du levier par où la puissance agit, est si petite, qu'elle est presque insensible.

Mais quoique toutes les expériences cy-devant rap-

portées, semblent prouver suffisamment que la résistance causée par le frottement des surfaces qui frottent, augmentent ou diminuent suivant les pressions plus ou moins grandes, & non pas suivant le plus ou le moins d'étendue de ces surfaces, comme cela ne suffit pas toujours pour convaincre un esprit raisonnable, il est encore bon d'établir cette vérité en la démontrant.

Or si nous méditons soigneusement sur la nature du frottement nous trouverons qu'il n'est autre chose que *l'action par laquelle un corps qui est pressé contre un autre est mis sur la surface de celui qu'il touche*, & que comme les surfaces qui frottent les unes contre les autres ne peuvent être considérées, ou que comme raboteuses & inégales, ou que comme parfaitement unies, & qu'il est impossible dans le premier cas que ces inégalités ne soient parties convexes, & parties concaves, & que les premières entrant dans les dernières elles ne produisent une certaine résistance lorsqu'on les veut faire mouvoir, puisqu'il faut pour cela qu'elles soulèvent ce qui les presse l'une contre l'autre, & que l'action de ces inégalités ou autrement l'effet qu'elles peuvent produire est le même que celui des plans inclinés dont on se sert pour élever les fardeaux, il suit que plus la pression est grande, & plus la résistance au mouvement est considérable; joint d'ailleurs que comme dans le cas dont il s'agit on doit supposer que la pression soit également distribuée dans toute l'étendue des surfaces: il suit encore que de plusieurs surfaces de différentes étendues chargées de poids égaux chacune des parties qui composent les grandes est moins chargée que chacune des parties de même étendue qui composent les petites, & cela suivant la raison que ces surfaces ont entre elles, & qu'ainsi par exemple si une surface d'un pied quarré ou de 144. pouces quarez est chargée d'un poids de 144. livres, chacun pouce quarré ne sera chargé que d'une livre, au lieu que ce même poids de 144. livres étant supporté par une surface seulement d'un quart de pied ou de 36. pouces quarez, chaque pouce quarré supportera quatre li-

vres , & comme c'est la même chose d'élever à une certaine hauteur dans un certain tems 36 fois quatre livres , ou d'élever dans le même tems 144. livres à la même hauteur. Il suit encore que la résistance causée par le frottement des surfaces de différentes étendues est toujours la même lorsqu'elles sont chargées de poids égaux , ou, ce qui est la même chose , lorsque les pressions sont égales ; & comme lorsque les pressions sont inégales , les forces qu'il faut pour élever différents poids à une même hauteur dans un certain tems sont entre elles comme ces poids ou ces pressions ; il suit aussi que les résistances causées par des pressions différentes sont entre elles comme ces pressions. Ce qu'il falloit démontrer.

#### PREMIERE REMARQUE.

Cette démonstration subsiste toujours , soit que ces inégalités soient supposées , rigides , ou soit qu'on les suppose capables de ressort , puisque la puissance qui surmonteroit la roideur d'un ressort , & qui le feroit mouvoir , par



exemple d'*A* en *B* ne diffère point de celle qui élèveroit à pareille hauteur un poids égal à la force de ce ressort.

#### DEUXIEME REMARQUE.

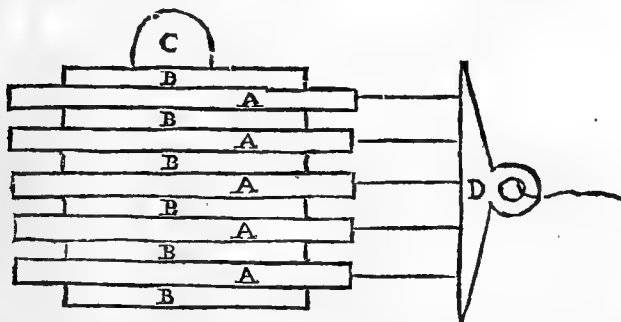
Que si on suppose que les surfaces qui frottent soient sans aucunes inégalités , & qu'on les considere comme des plans purement Mathématiques on trouvera encore que cette proposition est vraie , puisque quelque facile que soit le mouvement lateral des corps pesants qu'on n'éloigne point du centre de la terre , les loix du mouvement nous apprennent que plus ces corps ont de pesanteur , & plus ils sont de résistance à être mûs , joint qu'il n'est pas vrai , absolument parlant , que deux plans Mathématiques puissent être mûs l'un sur l'autre en quelque



que situation qu'on les mette sans qu'un d'eux s'éloigne du centre de la Terre plus ou moins, suivant la situation de ces plans, & qu'ainsi plus les poids dont ils sont chargez sont grands, & plus aussi faut-il de force pour les mouvoir, ce qui n'a pas besoin de démonstration.

## TROISIÈME REMARQUE.

Au reste, quoiqu'on vienne de démontrer que la résistance causée par les frottemens augmente suivant la pression, & non pas suivant l'étendue des surfaces qui frottent, voici cependant un cas très-particulier, & dans lequel lorsqu'on n'y fait pas une attention suffisante, il paroît que c'est le contraire. Soient tant de plans qu'on voudra comme



*AAAA*, pressez entre d'autres comme *BBBB*, par le poids *C* pris à volonté. Si les plans comme *AAAA*, peuvent être tirez tous ensemble par une même puissance, *D*, sans que les plans *BBBB*, puissent se mouvoir autrement que pour transporter la pression du poids *C*, à tous les plans *AA* & *BB*, supposant d'ailleurs tous ces plans sans aucune pesanteur, & qu'on connoisse la résistance causée par le frottement d'un des plans *A* contre un des plans *B*, par la pression du poids *C*; la puissance en *D* qui surmontera la résistance causée par le frottement de tous ces plans sera au poids, *C* multiplié par le nombre de tous les plans *AABB*, moins un; comme la résistance causée par

le frottement de deux plans  $A$  &  $B$  pressés du poids  $C$ , est à ce même poids  $C$ , & si la résistance particulière causée par le frottement de deux de ces plans, est par exemple comme 1 à 1, & que le nombre des plans soit 11, la puissance en  $D$  devra être decuple du poids  $C$ ; d'où il suit qu'une très-petite pression peut faire une résistance plus grande, & plus grande à l'infini, en augmentant de même le nombre des plans qui frottent les uns sur les autres; ce qui paroît d'abord un pur paradoxe; mais dont on connoît aisément la vérité, en considérant que si pour vaincre la résistance particulière causée par le frottement de deux plans comme  $A$  &  $B$ , il faut que la puissance qui tire un des plans fasse soulever le poids  $C$  d'une certaine quantité, il faudra que la puissance qui fera mouvoir un plus grand nombre de ces plans souleve ce poids d'une quantité double, triple, quadruple si le nombre des surfaces qui frottent est double, triple, quadruple, & qu'ainsi ces puissances doivent être entre elles comme les hauteurs où elles soulèvent le poids. Or comme c'est la même chose d'élever un certain poids à une hauteur double, triple, quadruple, d'une autre hauteur, ou d'élever le double, le triple, le quadruple de ce poids à cette hauteur dans le même tems, il suit que la grande élévation du poids  $C$  dans le cas dont il s'agit lui tient lieu de pesanteur, & qu'ainsi il est toujours vrai de dire que la résistance causée par le frottement change à proportion des pressions plus ou moins grandes, & non pas suivant l'étendue des surfaces qui frottent.

Ce que nous venons de dire de la grande résistance causée par plusieurs plans engagez les uns dans les autres, quoique pressés d'un très-petit poids peut merveilleusement bien servir à expliquer la cause de la dureté des corps qu'on nomme durs, & par opposition celle de la fluidité ou liquidité de ceux qu'on appelle fluides ou liquides, mais nous nous réservons à une autre fois d'en discourir.

Après avoir suffisamment établi ce que c'est que le frottement, sa nature & ses loix, il ne reste plus qu'à

dire quelque chose des regles par lesquelles on peut le réduire au calcul pour en connoître la quantité dans les Machines les plus composées.

## PREMIERE REGLE.

Dans les Machines où il y a plusieurs frottemens on doit les examiner de suite les uns après les autres, commençant par le plus proche de la force mouvante, comparant le premier à la force mouvante, & ensuite tous les autres au premier pour connoître la valeur de chacun en particulier.

Cet ordre est d'autant plus naturel, que ce sont les parties les plus proches de la force mouvante qui transmettent le mouvement aux autres, & qu'il n'y a point, comme on l'a déjà remarqué, de frottement là où il n'y a pas de mouvement.

## SECONDE REGLE.

On aura la valeur du premier frottement d'une Machine en comparant l'espace parcouru par la partie qui frotte à l'espace parcouru par la force mouvante dans le même tems, & prenant dans les  $\frac{2}{3}$  de la force mouvante la partie proportionnelle convenable.

On concevra la raison de ceci aisément, si on considère que dans l'expérience des frottemens ci devant rapportée, la puissance étoit immédiatement appliquée à la partie qui causoit le frottement, & que les espaces parcourus par cette partie, & par la puissance dans les mêmes tems étoient par conséquent égaux, & que dans le calcul d'un frottement, on doit nécessairement avoir égard à cette circonstance, étant très-évident que si l'espace parcouru par la partie qui frotte n'est par exemple que la moitié de celui qui sera parcouru par la puissance dans le même tems, le frottement ne sera aussi que la moitié de ce qu'il auroit été, s'il avoit parcouru un espace égal, par cet axiome, que tout effet est proportionné à la cause dont il résulte, & qu'ainsi un frottement par un espace moitié moins

dre qu'un autre dans le même tems , est un effet moitié moindre que l'autre , ce qui a été encore démontré d'une autre maniere , ensuite de la quatrième maxime de l'expérience susdite. Or par la troisième maxime de cette expérience , le frottement des parties qui frottent est égal au tiers de leur pression , & cette pression dans la partie d'une machine la plus proche de la force mouvante , étant toujours double de cette force , à cause que la résistance fait un semblable effort que la mouvante sur cette partie , il suit que le premier frottement d'une machine est toujours égal aux deux tiers de cette force mouvante ; lorsque l'espace parcouru par icelle est égale à l'espace parcouru par la partie qui frotte dans le même tems , & que ce frottement est moindre que les deux tiers de cette force à proportion que le premier espace est moindre que le second ; & au contraire , & cela selon la raison des espaces parcourus , dans les mêmes tems par l'un & par l'autre.

#### TROISIÈME REGLE.

On aura la valeur de la force mouvante lorsqu'elle ne sera pas donnée , mais seulement la résistance en calculant & comparant suivant les principes de la Mécanique , l'espace que cette force mouvante a à parcourir par la disposition de la Machine , à l'espace que le poids ou la force résistante doit parcourir dans le même tems ; sur quoi il est à remarquer , que lorsque la force résistante , ou la force mouvante est un poids ; l'espace qu'elles doivent parcourir se mesure toujours par une ligne à plomb , au lieu que lorsque ce sont d'autres puissances , cet espace se mesure suivant la détermination du mouvement de ces puissances.

#### QUATRIÈME REGLE.

On aura la valeur totale des frottemens d'une Machine ; lorsqu'après avoir comparé chaque frottement au premier & plus proche de la force mouvante , on ajoutera en une somme tous ces frottemens particuliers ; mais on ne doit

pas s'attendre qu'en augmentant la force mouvante d'une quantité égale à cette valeur, elle soit suffisante pour sur-



FIG. 6.



FIG. 7.

monter la force résistante, car cette addition à la force mouvante produit derechef un nouveau frottement dont il faut trouver la valeur, & ensuite encore de l'augmentation de celui-ci, & cela jusqu'à ce que cette quantité de frottement provenant de l'augmentation qu'on fait à chaque fois à la puissance, soit si petite qu'on ne doive plus y avoir égard; par exemple si la force résistante étoit 100, la force mouvante 64, la valeur totale des frottemens 16, cette addition produiroit encore un nouveau frottement dont la valeur seroit 4, & derechef celui-ci, un autre dont la valeur seroit 1, si bien que pour surmonter la force résistante, & tous les frottemens de la Machine, la force mouvante devroit être égale à 64, plus 16, plus 4, plus 1; c'est-à-dire égale à 85, & plus.

### EXPERIENCE.

#### *De la roideur des Cordes.*

On a accroché à quelque chose de fixe comme au plancher d'une chambre les extrémités *AA*, des deux cordes *AC*, *AC* fig. 6. distantes l'une de l'autre de 5 à 6 pouces; les extrémi-

*Bb* iii.

tez de ces cordes pendantes librement vers le bas porteroient le bassin *D* d'une balance.

On a engagé dans ces cordes un cylindre de bois *BB*, en faisant faire du même sens un tour à chaque corde autour chaque bout du cylindre en la maniere représentée fig. 7. On a mis ensuite en *D* fig. 6. un poids assez considérable, & on a entortillé vers le milieu du cylindre du sens contraire à la corde *AEFG*, fig. 7. c'est-à-dire du sens *EGF*, un ruban de fil fort flexible, au bout duquel étoit un autre petit bassin de balance pendant librement en *H*, & dans lequel on mettoit des poids suffisamment pour faire descendre le cylindre *BB*, nonobstant la résistance causée par la roideur des cordes *AC*, *AC*.

On a fait ces expériences avec des cylindres & des cordes de différentes grosseurs, chargées de differens poids, & après avoir réduit l'action du poids *H* à une distance égale du point d'attouchement *E*, dans tous les cylindres, ayant égard au poids de chaque cylindre, & des Bassins *H* & *D*, on a trouvé qu'à  $\frac{1}{2}$  ponce de distance du point *E*, 45 onces surmontoient la résistance des deux cordes de 3 lignes chacune de diametre chargées d'un poids de vingt livres, & tournées autour d'un cylindre de  $\frac{1}{2}$  ponces, que

90 onces surmontoient cette résistance, le poids étant de 40 livres &

135 onces le poids étant de 60 livres.

D'où il suit, que la résistance causée par la roideur des cordes autour des mêmes poulies, ou de poulies égales, augmentent à proportion des poids qui pendent au bout des cordes.

En continuant l'expérience, on a trouvé que toujours à  $\frac{1}{2}$  ponce du point *E*

30 onces surmontoient la résistance de deux cordes, de deux lignes chacune de diametre, chargées en *D* d'un poids de 20 livres, & tournées autour du même cylindre.

15 onces surmontoient la résistance de 2 cordes d'une ligne de diametre pareillement chargées en

*D* d'un poids de 20 livres & tournées autour du même cylindre.

D'où il suit, que la résistance causée par la roideur des cordes augmente, non seulement à proportion des poids qui pendent aux extremités de ces cordes, mais encore à proportion de la grosseur de ces cordes, & qu'ainsi sur ces poulies égales ces résistances sont entre elles en raison composée de celles des poids, & des grosseurs des cordes.

L'on doit remarquer que la résistance causée par la grosseur des cordes ne provient que de ce que cette grosseur éloigne ou approche l'action des poids du point d'appuy, & non de ce qu'elles contiennent plus ou moins de matiere, car si cela étoit, ces résistances augmenteroient ou diminueroient suivant les quarrés des diametres.

En continuant l'expérience, on a trouvé que toujours à  $\frac{r}{2}$  pouce du point *E*

90 onces surmontoient la résistance de deux cordes de trois lignes de diametre chargées en *D* d'un poids de 60 livres, & tournées autour d'un cylindre d'un pouce  $\frac{r}{2}$  de diametre; que

114 onces surmontoient cette résistance avec les mêmes poids & cordes, tournées autour d'un cylindre d'un pouce de diametre &

135 onces les cordes tournées autour d'un cylindre de demi pouce de diametre.

D'où il suit, que la résistance causée par la roideur des cordes de grosseur égale, chargées de poids égaux augmente bien à mesure que le diametre des poulies autour desquelles elles sont envelopées diminue, mais non pas suivant la même proportion; car dans le cas dont il s'agit, quoique les diametres des poulies soient entr'eux comme les nombres 1, 2, 3, les résistances n'augmentent cependant que suivant les nombres 90, 114, & 135, au lieu qu'ils devroient augmenter suivant les nombres 90, 180, & 270, si elles suivoient la proportion des poulies.

On trouvera le surplus de l'expérience dans la Table qui suit.

Poids dont les deux cor- des étoient chargées.	Résistance des cordes autour d'un cilindre de de- mi pouce de diametre.	Résistance des cordes autour d'un cilindre d'un pouce de diametre.	Résistance des cordes autour d'un cilindre d'un pouce & de- mi de dia- metre.	Grosseurs des cordes.
---	--	---	---	--------------------------

60 livres.	{ 135 onces.	114 onces.	90 onces.	3 lignes.
	{ 90 .....	76 .....	60 .....	2
	{ 45 .....	38 .....	30 .....	1
40 livres.	{ 90 .....	76 .....	60 .....	3
	{ 60 .....	50 $\frac{2}{3}$ .....	40 .....	2
	{ 30 .....	25 $\frac{1}{3}$ .....	20 .....	1
29 livres.	{ 45 .....	38 .....	30 .....	3
	{ 30 .....	25 $\frac{1}{3}$ .....	20 .....	2
	{ 15 .....	12 $\frac{2}{3}$ .....	10 .....	1

Il seroit à souhaiter pour bien déterminer la proportion de la résistance causée par la roideur des cordes de grosseur égale, chargées de poids égaux autour des poulies d'inégales grosseurs qu'on eût un plus grand nombre d'expériences que celles que je rapporte ici; mais en attendant que cela soit, on pourra pour trouver ces résistances, aussi bien que pour trouver toutes les autres dont j'ai parlé ci-devant, se servir des regles suivantes.

*Regles pour le calcul de la roideur des Cordes dans les Machines.*

Dans l'examen & dans la comparaison que l'on fera de la résistance causée par la roideur des cordes d'une Machine on suivra le même ordre que pour les frottemens, & on se servira de la premiere, troisiéme & quatriéme regles rapportées ci-devant à leur sujet, qui sont également pour l'une & pour l'autre, & qu'il seroit inutile de répéter en cet endroit: mais pour avoir la premiere résistance causée par la roideur des cordes d'une Machine, on divisera la force mouvante par 10, & on multipliera le quotient par la quantité de lignes que contient le diametre de la



la corde, puis on prendra les  $\frac{1}{12}$  du produit, si le diamètre de la poulie n'a que six lignes, les  $\frac{1}{8}$  s'il en a douze, & les  $\frac{1}{6}$  s'il en a dix-huit, & au-dessus, on divisera ce dernier produit par la quantité de pouces que le diamètre de la poulie contient, & le quotient de la division sera le requis, dont la raison est, que la résistance causée par la roideur des cordes augmentant suivant la raison des poids dont elles sont chargées, & suivant celle des diamètres de ces cordes, & que suivant l'expérience cy-devant le poids pendant à l'extrémité d'une corde d'une ligne de diamètre étant de 10 livres lorsque la résistance est de 7 onces  $\frac{1}{2}$  sur un cylindre de demi pouce, de 6 onces  $\frac{1}{2}$  sur un cylindre d'un pouce, & seulement de 5 onces sur un cylindre d'un pouce & demi & au dessus, il suit que divisant par ce poids de 10 l. le poids égal à la force mouvante, on a la raison de ce poids au poids de l'expérience, & ensuite la raison composée de ces poids & des grosseurs des cordes, en multipliant le quotient par le nombre de lignes que contient le diamètre de la corde, de sorte que le produit de cette multiplication exprime l'augmentation de la résistance causée par la roideur des cordes qui ont plus d'une ligne de diamètre, & qui sont chargées de plus de 10 livres; & comme par l'expérience susdite cette résistance est de 7 onces  $\frac{1}{2}$  sur une poulie de  $\frac{1}{2}$  pouce, de 6 onces sur une poulie d'un pouce, & de 5 onces seulement sur une poulie d'un pouce & demi, & au dessus, il s'ensuit que suivant le diamètre de la poulie, il n'y a qu'à multiplier l'une ou l'autre de ces quantitez par ce produit, ou ce qui est la même chose prendre, ou les  $\frac{1}{12}$  ou les  $\frac{1}{8}$  ou les  $\frac{1}{6}$  d'iceluy pour avoir la quantité de cette résistance; mais comme dans cette expérience la distance de l'action de cette résistance au point d'appuy, où la longueur du levier par lequel elle résiste est de  $\frac{1}{2}$  pouce, il convient encore avoir égard à celui de la poulie, & si son rayon ou levier est de plus de  $\frac{1}{2}$  pouce, c'est-à-dire, si la poulie a plus d'un pouce de diamètre, diviser encore le dernier produit par le nombre de  $\frac{1}{2}$  pouce contenus dans le demi diamètre, ou ce qui est le même par le nombre de pouces que contient tout le diamètre.

Que si la division du poids égal à la force mouvante par 10 livres, qui est le moindre poids, comme une ligne est la moindre grosseur de corde, dans l'expérience qui sert de fondement à ce calcul, ni la multiplication du quotient par les lignes du diametre de la corde n'avoient pas lieu, à cause que l'un & l'autre, ou l'un des deux seulement, peut être moindre, il n'y auroit qu'à prendre la partie proportionnelle de la moindre résistance qui se trouve dans la table de la susdite expérience; par exemple, si on vouloit sçavoir la résistance causée par une corde d'une ligne de diametre, & chargée seulement du tiers de 10 livres, il n'y auroit qu'à prendre le tiers ou de 7 onces  $\frac{2}{3}$  si le diametre de la poulie étoit de  $\frac{1}{2}$  ponce, ou le tiers de 6 onces  $\frac{1}{2}$  si ce diametre étoit d'un ponce, ou le tiers seulement de 5 onces, si ce diametre étoit d'un ponce & demi & au-dessus, ayant en outre encore égard au diametre des poulies, c'est-à-dire, divisant encore le quotient par le nombre de ponces que contient le diametre de la poulie autour de laquelle seroit la corde; & si le poids, non seulement étoit moindre que 10 livres, mais encore que la corde eût moins d'une ligne de diametre, il faudroit après avoir pris la partie proportionnelle pour le poids comme ci-dessus, sans avoir égard à la diminution de la corde, prendre encore du quotient une autre partie proportionnelle pour la diminution de la corde: par exemple, si la corde étant chargée seulement de 3 livres  $\frac{1}{2}$  elle n'avoit que demie ligne de grosseur, après avoir pris le tiers ou de 7 onces  $\frac{2}{3}$  ou de 6 onces  $\frac{1}{2}$  ou de 5 onces comme ci-devant, il faudroit encore prendre la moitié de l'une ou de l'autre de ces quantitez, & la diviser par le nombre des ponces, que contient le diametre de la poulie, pour avoir la résistance causée par la roideur de cette corde autour de cette poulie.

Pour faciliter le calcul de la résistance causée par la roideur des cordes dans les machines, on a dressé la table suivante, où l'on trouvera ces résistances pour toutes sortes de grosseurs de cordes, depuis une ligne jusqu'à trente lignes de grosseur, chargées de toutes sortes de poids depuis une livre jusqu'à 100000 livres.

# TABLE DE LA RESISTANCE

## CAUSEE DANS LES MACHINES

*Par la roideur des cordes qu'on y employe de quelque grosseur qu'elles soient , depuis une ligne jusqu'à trente lignes de diametre, & de quelque poids qu'elles soient chargées , depuis une livre jusqu'à cent mille , pourvû que ces cordes passent autour de poulies qui ayent au moins dix-huit lignes de diametre au-dessus , & qu'il y ait toujours une partie de la corde qui se redresse pendant que l'autre se courbe.*

Par M. AMONTONS.

## USAGE DE LA TABLE SUIVANTE.

**C**herchez à la marge de cette Table le diametre ou grosseur de la corde exprimée en lignes, & au haut de la Table les poids supportez par cette corde ; de ce que vous trouverez au-dessous de chaque poids dans les cellules qui répondent à celles du diametre de la corde, faites-en une somme, & la divisez par la quantité de pouces que contient le diametre de la poulie, le quotient de la division sera la résistance causée par la roideur de cette corde.

## E X E M P L E.

On cherche la résistance causée par la roideur d'une corde de 18 lignes de diametre chargée d'un poids de 12393 livres, & passant autour d'une poulie de deux pouces de diametre.

Pour 10000 livres, on trouvera dans la cellule au-dessous qui répond à celle de 18 lignes. . . . . 5625.

Pour 2000 . . . . . 1125.

Pour 300 . . . . . 168-12.

Pour 90 . . . . . 50-10.

Pour 3 . . . . . 1-11.

Toutes ces sommes ajoutées ensemble font celle de 6971 livres-1.

Qui divisée par 2 pouces, diametre de la poulie, donnent 3485 livres-8 onces  $\frac{1}{2}$  pour la résistance que l'on cherche.

Au reste une même corde n'étant pas également flexible dans toute son étendue, on ne doit pas s'attendre que le calcul s'accorde toujours précisément à l'expérience, cela n'étant pas moralement possible, mais seulement à peu de chose près; on en peut dire autant des frottemens, à cause que les différentes consistances des graisses qui sont tantôt plus ou moins épaisses, & que les parties qui frottent interceptent plus ou moins, font varier ces résistances; cela n'empêche pas que l'usage de ces règles ne fasse connoître assez précisément l'effet qu'on doit attendre d'une Machine pour compter sûrement dessus, cette extrême précision, n'étant d'ailleurs d'aucun usage, & on peut toujours se servir de celles que nous donnons en attendant que de plus amples expériences nous donnent lieu d'en établir de plus certaines.

L'usage des poulies étant très-ordinaire, il n'est pas hors de propos avant de finir ce discours, & pour faire essai de nos règles, de comparer les résistances causées, tant par le frottement des boulons, que par la roideur des cordes dans des poulies de différentes grandeurs, d'autant plus que ceux qui ne font pas ordinairement attention sur ces résistances verront par le calcul, qu'il n'est pas si indifférent qu'ils se l'imaginent de préférer les petites poulies aux grandes, à cause du peu de place que les premières occupent; soit donc pour exemple un fardeau de 800. liv. proposé à élever avec une poulie de 24. pouces, ou avec une de 3. pouces seulement; il est premierement évident que dans l'une & dans l'autre de ces poulies les boulons doivent être d'égale force aussi bien que les cordes, puisqu'ils ont à supporter un égal fardeau, soit donc le boulon de chaque poulie d'un pouce de diamètre, & la corde de 20. lignes, nous trouverons en faisant le calcul suivant les règles cy-dessus, que dans la poulie de 24. pouces, outre les 800. livres qu'il faut pour élever le poids du fardeau proposé à élever; la force mouvante doit être encore augmentée de celui de 21. livres pour surmonter la résistance causée par la roideur

de 22 livres pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon , & encore de celui  
 de 1 livre pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde , à cause de l'augmentation de 21 livres & 22 livres , & enfin de celui  
 de 1 livre pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon , à cause de ladite augmentation de 21 livres & 22 livres , tous ces poids faisant ensemble celui

de 845 livres, si bien qu'une force mouvante supérieure à ce poids élèvera avec la poulie de 24 pouces de diametre le poids proposé de 800 livres.

Mais avec la poulie de trois pouces, le même calcul nous fait connoître qu'outre le poids de 800 livres qu'il faut pour égalier le fardeau, il faut encore

celui de . . .	167 livres	pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde.
Celui de . . .	178 livres	pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon.
Celui de . . .	37 livres	pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde à cause de l'augmentation des 167 livres & 178 liv.
Celui de . . .	38 livres $\frac{1}{3}$	pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon à cause de ladite augmentation.
Celui de . . .	8 livres	pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde à cause de l'augmentation des 37 & 38 livres $\frac{1}{3}$
Et enfin celui de	8 livres $\frac{1}{3}$	pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon à cause de l'augmen-

## SUPPORTES PAR LES CORDES

tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
4	5	6	7	8	9	10	
<sup>on.</sup> 4	<sup>on.</sup> 2	<sup>on.</sup> 2-4	<sup>on.</sup> 3	<sup>on.</sup> 3-4	<sup>on.</sup> 4	<sup>on.</sup> 4-4	<sup>on.</sup> 5
-0	4	5-0	6	7-0	8	9-0	10
-4	6	7-4	9	10-4	12	13-4	15
-0	8	10-0	12	14-0	1 <sup>tt</sup> -0	1 <sup>tt</sup> -2-0	1 <sup>tt</sup> -4
-4	10	12-4	15	1 <sup>tt</sup> -1-4	1-4	1-6-4	1-9
-0	12	15-0	1 <sup>tt</sup> -2	1-5-0	1-8	1-11-0	1-14
-4	14	1 <sup>tt</sup> -1-4	1-5	1-8-4	1-12	1-15-4	2-3
-0	1 <sup>tt</sup> -0	1-4-0	1-8	1-12-0	2-0	2-4-0	2-8
-4	1-2	1-6-4	1-11	1-15-4	2-4	2-8-4	2-13
-0	1-4	1-9-0	1-14	2-3-0	2-8	2-13-0	3-2
-4	1-6	1-11-4	2-1	2-6-4	2-12	3-1-4	3-7
-0	1-8	1-14-0	2-4	2-10-0	3-0	3-6-0	3-12
-4	1-10	2-0-4	2-7	2-13-4	3-4	3-10-4	4-1
-0	1-12	2-3-0	2-10	3-1-0	3-8	3-15-0	4-6
-4	1-14	2-5-4	2-13	3-4-4	3-12	4-3-4	4-11
-0	2-0	2-8-0	3-0	3-8-0	4-0	4-8-0	5-0
-4	2-2	2-10-4	3-3	3-11-4	4-4	4-12-4	5-5
-0	2-4	2-13-0	3-6	3-15-0	4-8	5-1-0	5-10
-4	2-6	2-15-4	3-9	4-2-4	4-12	5-5-4	5-15
-0	2-8	3-2-0	3-12	4-6-0	5-0	5-10-0	6-4
-4	2-10	3-4-4	3-15	4-9-4	5-4	5-14-4	6-9
-0	2-12	3-7-0	4-2	4-13-0	5-8	6-3-0	6-14
-4	2-14	3-9-4	4-5	5-0-4	5-12	6-7-4	7-3
-0	3-0	3-12-0	4-8	5-4-0	6-0	6-12-0	7-8
-4	3-2	3-14-4	4-11	5-7-4	6-4	7-0-4	7-13
-0	3-4	4-1-0	4-14	5-11-0	6-8	7-5-0	8-2
-4	3-6	4-3-4	5-1	5-14-4	6-12	7-9-4	8-7
-0	3-8	4-6-0	5-4	6-2-0	7-0	7-14-0	8-12
-4	3-10	4-8-4	5-7	6-5-4	7-4	8-2-4	9-1
-0	3-12	4-11-0	5-10	6-9-0	7-8	8-7-0	9-6

# POIDS SUPPORTES PAR LES CORDES

Ann 1000 p. 10 220 Pl 1

	1 <sup>tt</sup>	2 <sup>tt</sup>	3 <sup>tt</sup>	4 <sup>tt</sup>	5 <sup>tt</sup>	6 <sup>tt</sup>	7 <sup>tt</sup>	8 <sup>tt</sup>	9 <sup>tt</sup>	10 <sup>tt</sup>
	1 <sup>tt</sup>	2 <sup>tt</sup>	3 <sup>tt</sup>	4 <sup>tt</sup>	5 <sup>tt</sup>	6 <sup>tt</sup>	7 <sup>tt</sup>	8 <sup>tt</sup>	9 <sup>tt</sup>	10 <sup>tt</sup>
1	1-0	2	3-0	4	5-0	6	7-0	8	9-0	10
2	1-4	3	4-4	6	7-4	9	10-4	12	13-4	15
3	2-0	4	6-0	8	10-0	12	14-0	16-0	18-0	20-0
4	2-4	5	7-4	10	12-4	15	17-4	19-4	21-4	23-4
5	3-0	6	9-0	12	15-0	18	21-0	24-0	27-0	30-0
6	3-4	7	10-4	14	17-4	21	24-4	28-4	32-4	36-4
7	4-0	8	12-0	16-0	20-0	24-0	28-0	32-0	36-0	40-0
8	4-4	9	13-4	18-4	22-4	27-4	32-4	37-4	42-4	47-4
9	5-0	10	15-0	20-0	25-0	30-0	35-0	40-0	45-0	50-0
10	5-4	11	16-4	21-4	26-4	31-4	36-4	41-4	46-4	51-4
11	6-0	12	18-0	24-0	30-0	36-0	42-0	48-0	54-0	60-0
12	6-4	13	19-4	25-4	31-4	37-4	43-4	49-4	55-4	61-4
13	7-0	14	21-0	28-0	34-0	40-0	46-0	52-0	58-0	64-0
14	7-4	15	22-4	29-4	35-4	41-4	47-4	53-4	59-4	65-4
15	8-0	16	24-0	32-0	38-0	44-0	50-0	56-0	62-0	68-0
16	8-4	17	25-4	33-4	39-4	45-4	51-4	57-4	63-4	69-4
17	9-0	18	27-0	36-0	42-0	48-0	54-0	60-0	66-0	72-0
18	9-4	19	28-4	37-4	43-4	49-4	55-4	61-4	67-4	73-4
19	10-0	20	30-0	40-0	50-0	60-0	70-0	80-0	90-0	100-0
20	10-4	21	31-4	41-4	51-4	61-4	71-4	81-4	91-4	101-4
21	11-0	22	33-0	44-0	54-0	64-0	74-0	84-0	94-0	104-0
22	11-4	23	34-4	45-4	55-4	65-4	75-4	85-4	95-4	105-4
23	12-0	24	36-0	48-0	58-0	68-0	78-0	88-0	98-0	108-0
24	12-4	25	37-4	49-4	59-4	69-4	79-4	89-4	99-4	109-4
25	13-0	26	39-0	52-0	62-0	72-0	82-0	92-0	102-0	112-0
26	13-4	27	40-4	53-4	63-4	73-4	83-4	93-4	103-4	113-4
27	14-0	28	42-0	56-0	66-0	76-0	86-0	96-0	106-0	116-0
28	14-4	29	43-4	57-4	67-4	77-4	87-4	97-4	107-4	117-4
29	15-0	30	45-0	60-0	70-0	80-0	90-0	100-0	110-0	120-0
30	15-4	31	46-4	61-4	71-4	81-4	91-4	101-4	111-4	121-4

Diamètres des Cordes



## SUPORTES PAR LES CORDES

tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt	tt
40	50	60	70	80	90	100	
15 <sup>en</sup>	1-4 <sup>en</sup>	1-9 <sup>en</sup>	1-14 <sup>en</sup>	2-3 <sup>en</sup>	2-8 <sup>en</sup>	2-13 <sup>en</sup>	3-2 <sup>en</sup>
14	2-8	3-2	3-12	4-6	5-0	5-10	6-4
13	3-12	4-11	5-10	6-9	7-8	8-7	9-6
12	5-0	6-4	7-8	8-12	10-0	11-4	12-8
11	6-4	7-13	9-6	10-15	12-8	14-1	15-10
10	7-8	9-6	11-4	13-2	15-0	16-14	18-12
9	8-12	10-15	13-2	15-5	17-8	19-11	21-14
8	10-0	12-8	15-0	17-8	20-0	22-8	25-0
7	11-4	14-1	16-14	19-11	22-8	25-5	28-2
6	12-8	15-10	18-12	21-14	25-0	28-2	31-4
5	13-12	17-3	20-10	24-1	27-8	30-15	34-6
4	15-0	18-12	22-8	26-4	30-0	33-12	37-8
3	16-4	20-5	24-6	28-7	32-8	36-9	40-10
2	17-8	21-14	26-4	30-10	35-0	39-6	43-12
1	18-12	23-7	28-2	32-13	37-8	42-3	46-14
0	20-0	25-0	30-0	35-0	40-0	45-0	50-0
15	21-4	26-9	31-14	37-3	42-8	47-13	53-2
14	22-8	28-2	33-12	39-6	45-0	50-10	56-4
13	23-12	29-11	35-10	41-9	47-8	52-7	59-6
12	25-0	31-4	37-8	43-12	50-0	56-4	62-8
11	26-4	32-12	39-6	45-15	52-8	59-1	65-10
10	27-8	34-6	41-4	48-2	55-0	61-14	68-12
9	28-12	35-15	43-2	50-5	57-8	64-11	71-14
8	30-0	37-8	45-0	52-8	60-0	67-8	75-0
7	31-4	39-1	44-14	54-11	62-8	70-5	78-2
6	32-8	40-10	46-12	56-14	65-0	73-2	81-4
5	33-12	42-3	48-10	59-1	67-8	75-15	84-6
4	35-0	43-12	50-8	61-4	70-0	78-12	87-8
3	36-4	45-5	52-6	63-7	72-8	81-9	90-10
2	37-8	46-14	54-4	65-10	75-0	84-6	95-12

# POIDS SUPPORTES PAR LES CORDES

du 1609 pag 226 Pl 2.

	10 <sup>tt</sup>	20 <sup>tt</sup>	30 <sup>tt</sup>	40 <sup>tt</sup>	50 <sup>tt</sup>	60 <sup>tt</sup>	70 <sup>tt</sup>	80 <sup>tt</sup>	90 <sup>tt</sup>	100 <sup>tt</sup>
1	5 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>	15 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	25 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup>	35 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	45 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>
2	10	1 <sup>m</sup> 4	1 <sup>m</sup> 4	2-8	3-2	3-12	4-6	5-0	5-10	6-4
3	15	1-14	2-13	3-12	4-11	5-10	6-9	7-8	8-7	9-6
4	1 <sup>m</sup> 4	2-8	3-12	5-0	6-4	7-8	8-12	10-0	11-4	12-8
5	1-9	3-2	4-11	6-4	7-13	9-6	10-15	12-8	14-1	15-10
6	1-14	3-12	5-10	7-8	9-6	11-4	13-2	15-0	16-14	18-12
7	2-3	4-6	6-9	8-12	10-15	13-2	15-5	17-8	19-11	21-14
8	2-8	5-0	7-8	10-0	12-8	15-0	17-8	20-0	22-8	25-0
9	2-13	5-10	8-7	11-4	14-1	16-14	19-11	22-8	25-5	28-2
10	3-2	6-4	9-6	12-8	15-10	18-12	21-14	25-0	28-2	31-4
11	3-7	6-14	10-5	13-12	17-3	20-10	24-1	27-8	30-15	34-6
12	3-12	7-8	11-4	15-0	18-12	22-8	26-4	30-0	33-12	37-8
13	4-1	8-2	12-3	16-4	20-5	24-0	28-7	32-8	36-9	40-10
14	4-6	8-12	13-2	17-8	21-14	26-4	30-10	35-0	39-6	43-12
15	4-11	9-6	14-1	18-12	23-7	28-2	32-13	37-8	42-3	46-14
16	5-0	10-0	15-0	20-0	25-0	30-0	35-0	40-0	45-0	50-0
17	5-5	10-10	15-15	21-4	26-9	31-14	37-3	42-8	47-13	53-2
18	5-10	11-4	16-14	22-8	28-2	33-12	39-6	45-0	50-10	56-4
19	5-15	11-14	17-13	23-12	29-11	35-10	41-9	47-8	52-7	59-6
20	6-4	12-8	18-12	25-0	31-4	37-8	43-12	50-0	56-4	62-8
21	6-9	13-2	19-11	26-4	32-12	39-6	45-15	52-8	59-1	65-10
22	6-14	13-12	20-10	27-8	34-6	41-4	48-2	55-0	61-14	68-12
23	7-3	14-6	21-9	28-12	35-15	43-2	50-5	57-8	64-11	71-14
24	7-8	15-0	22-8	30-0	37-8	45-0	52-8	60-0	67-8	75-0
25	7-13	15-10	23-7	31-4	39-1	46-14	54-11	62-8	70-5	78-2
26	8-2	16-4	24-6	32-8	40-10	48-12	56-14	65-0	73-2	81-4
27	8-7	16-14	25-5	33-12	42-3	48-10	59-1	67-8	75-15	84-6
28	8-12	17-8	26-4	35-0	43-12	50-8	61-4	70-0	78-12	87-8
29	9-1	18-2	27-3	36-4	45-5	52-6	63-7	72-8	81-9	90-10
30	9-6	18-12	28-2	37-8	46-14	54-4	65-10	75-0	84-6	95-12

Diametres des Cordes

# DS SUPORTES PAR LES CORDES

An. 1699. pag. 226. Pl. 3.

300<sup>tt</sup> 400<sup>tt</sup> 500<sup>tt</sup> 600<sup>tt</sup> 700<sup>tt</sup> 800<sup>tt</sup> 900<sup>tt</sup> 1000<sup>tt</sup>

18 <sup>tt on</sup> -12	25 <sup>tt on</sup> -0						
28-2	37-8	46 <sup>tt on</sup> -14	56 <sup>tt on</sup> -4	65 <sup>tt on</sup> -10	75 <sup>tt on</sup> -0	84 <sup>tt on</sup> -6	
37-8	50-0	62-8	75-0	87-8	100	112-8	125 <sup>tt on</sup> -0
46-14	62-8	78-2	93-12	109-6	125	140-10	156-4
56-4	75-0	93-12	112-8	131-4	150	168-12	187-8
65-10	87-8	109-6	131-4	153-2	175	196-14	218-12
75-0	100-0	125-0	150-0	175-0	200	225-0	250-0
84-6	112-8	140-10	168-12	196-14	225	253-2	281-4
93-12	125-0	156-4	187-8	218-12	250	281-4	312-8
103-2	137-8	171-14	206-4	240-10	275	309-6	343-12
112-8	150-0	187-8	225-0	262-8	300	337-8	375-0
121-14	162-8	203-2	243-12	284-6	325	365-10	406-4
131-4	175-0	218-12	262-8	306-4	350	393-12	437-8
140-10	187-8	234-6	281-4	328-2	375	421-14	468-12
150-0	200-0	250-0	300-0	350-0	400	450-0	500-0
159-6	212-8	265-10	318-12	371-14	425	478-2	531-4
168-12	225-0	281-4	337-8	393-12	450	506-4	562-8
178-2	237-8	296-14	356-4	415-10	475	534-6	593-12
187-8	250-0	312-8	375-0	437-8	500	562-8	625-0
196-14	262-8	328-2	393-12	459-6	525	590-10	656-4
206-4	275-0	353-12	412-8	481-4	550	618-12	687-8
215-10	287-8	369-6	431-4	503-2	575	646-14	718-12
225-0	300-0	385-0	450-0	525-0	600	675-0	750-0
234-6	312-8	400-10	468-12	546-14	625	703-2	781-4
243-12	325-0	416-4	487-8	568-12	650	731-4	812-8
253-2	337-8	431-14	506-4	590-10	675	759-6	844-12
262-8	350-0	447-8	515-0	612-8	700	787-8	876-0
271-14	362-8	463-2	533-12	634-6	725	815-10	907-4
281-4	375-0	478-12	552-8	656-4	750	843-12	938-8

# POIDS SUPPORTES PAR LES CORDES

An. 1699. pag. 226 Pl. 3.

100<sup>tt</sup> 200<sup>tt</sup> 300<sup>tt</sup> 400<sup>tt</sup> 500<sup>tt</sup> 600<sup>tt</sup> 700<sup>tt</sup> 800<sup>tt</sup> 900<sup>tt</sup> 1000<sup>tt</sup>

1	3 <sup>tt</sup> 2 <sup>tt</sup>									
2	6-4	12 <sup>tt</sup> 8 <sup>tt</sup>	18 <sup>tt</sup> 12 <sup>tt</sup>	25 <sup>tt</sup> 0 <sup>tt</sup>						
3	9-6	18-12	28-2	37-8	46 <sup>tt</sup> 14 <sup>tt</sup>	56 <sup>tt</sup> 4 <sup>tt</sup>	65 <sup>tt</sup> 15 <sup>tt</sup>	75 <sup>tt</sup> 0 <sup>tt</sup>	84 <sup>tt</sup> 0 <sup>tt</sup>	
4	12-8	25-0	37-8	50-0	62-8	75-0	87-8	100	112-8	125 <sup>tt</sup> 0 <sup>tt</sup>
5	15-10	31-4	46-14	62-8	78-2	93-12	109-6	125	140-10	156-4
6	18-12	37-8	56-4	75-0	93-12	112-8	131-4	150	168-12	187-8
7	21-14	43-12	65-10	87-8	109-6	131-4	153-2	175	196-14	218-12
8	25-0	50-0	75-0	100-0	125-0	150-0	175-0	200	225-0	250-0
9	28-2	56-4	84-6	112-8	140-10	168-12	196-14	225	253-2	281-4
10	31-4	62-8	93-12	125-0	156-4	187-8	218-12	250	281-4	312-8
11	34-6	68-12	103-2	137-8	171-14	206-4	240-10	275	309-6	343-12
12	37-8	75-0	112-8	150-0	187-8	225-0	262-8	300	337-8	375-0
13	40-10	81-4	121-14	162-8	203-2	243-12	284-0	325	366-10	406-4
14	43-12	87-8	131-4	175-0	218-12	262-8	306-4	350	393-12	437-8
15	46-14	93-12	140-10	187-8	234-6	281-4	328-2	375	421-14	468-12
16	50-0	100-0	150-0	200-0	250-0	300-0	350-0	400	450-0	500-0
17	53-2	106-4	159-6	212-8	265-10	318-12	371-14	425	478-2	531-4
18	56-4	112-8	168-12	225-0	281-4	337-8	393-12	450	506-4	562-8
19	59-6	118-12	178-2	237-8	296-14	356-4	415-10	475	534-6	593-12
20	62-8	125-0	187-8	250-0	312-8	375-0	437-8	500	562-8	625-0
21	65-10	131 <sup>tt</sup> 4 <sup>tt</sup>	196-14	262-8	328-2	393-12	459-6	525	590-10	656-4
22	68-12	137-8	206-4	275-0	353-12	412-8	481-4	550	618-12	687-8
23	71-14	143-12	215-10	287-8	369-6	431-4	503-2	575	646-14	718-12
24	75-0	150-0	225-0	300-0	385-0	450-0	525-0	600	675-0	750-0
25	78-2	156-4	234-6	312-8	400-10	468-12	546-14	625	703-2	781-4
26	81-4	162-8	243-12	325-0	416-4	487-8	568-12	650	731-4	812-8
27	84-6	168-12	253-2	337-8	431-14	506-4	590-10	675	759-6	844-12
28	87-8	175-0	262-8	350-0	447-8	515-0	612-8	700	787-8	876-0
29	90-10	181-4	271-14	362-8	463-2	533-12	634-6	725	815-10	907-4
30	95-12	187-8	281-4	375-0	478-12	552-8	656-4	750	843-12	938-8

Diamètres des Cordes

## REPORTES PAR LES CORDES

4000<sup>tt</sup> 5000<sup>tt</sup> 6000<sup>tt</sup> 7000<sup>tt</sup> 8000<sup>tt</sup> 9000<sup>tt</sup> 10000<sup>tt</sup>

750 <sup>tt</sup>						
875	1093 <sup>tt on</sup> -12					
1000	1250-0	1500 <sup>tt on</sup> -0				
1125	1406-4	1687-8	1968 <sup>tt on</sup> -12	2250 <sup>tt</sup>		
1250	1562-8	1875-0	2187-8	2500	2812 <sup>tt on</sup> -8	3125 <sup>tt on</sup> -0
1375	1718-12	2062-8	2406-4	2750	3093-12	3437-8
1500	1875-0	2250-0	2625-0	3000	3375-0	3750-0
1625	2031-4	2437-8	2843-12	3250	3656-4	4062-8
1750	2187-8	2625-0	3062-8	3500	3937-8	4375-0
1875	2343-12	2812-8	3281-4	3750	4218-12	4687-8
2000	2500-0	3000-0	3500-0	4000	4500-0	5000-0
2125	2656-4	3187-8	3718-12	4250	4781-4	5312-8
2250	2812-8	3375-0	3937-8	4500	5062-8	5625-0
2375	2968-12	3562-8	4156-4	4750	5343-12	5937-8
2500	3125-0	3750-0	4375-0	5000	5625-0	6250-0
2625	3281-4	3937-8	4593-12	5250	5906-4	6562-8
2750	3337-8	4125-0	4812-8	5500	6187-8	6875-0
2875	3493-12	4312-8	5031-4	5750	6468-12	7187-8
3000	3650-0	4500-0	5250-0	6000	6750-0	7500-0
3125	3806-4	4687-8	5468-12	6250	7031-4	7812-8
3250	3962-8	4875-0	5687-8	6500	7312-8	8135-0
3375	4118-12	5062-8	5906-4	6750	7593-12	8447-8
3500	4275-0	5250-0	6125-0	7000	7874-0	8759-0
3625	4431-4	5437-8	6343-12	7250	8155-4	9071-8
3750	4587-8	5625-0	6562-8	7500	8436-8	9384-0

# POIDS SUPORTES PAR LES CORDES

An 1699 pag. 100 Ft 4

1000<sup>tt</sup> 2000<sup>tt</sup> 3000<sup>tt</sup> 4000<sup>tt</sup> 5000<sup>tt</sup> 6000<sup>tt</sup> 7000<sup>tt</sup> 8000<sup>tt</sup> 9000<sup>tt</sup> 10000<sup>tt</sup>

Diamètres des Cordes

1										
2										
3										
4	125 <sup>tt</sup> -0	250 <sup>tt</sup> -0								
5	156-4	312-8	468 <sup>tt</sup> -12							
6	187-8	375-0	562-8	750 <sup>tt</sup>						
7	218-12	437-8	656-4	875	1093 <sup>tt</sup> -12					
8	250-0	500-0	750-0	1000	1250-0	1500 <sup>tt</sup> -0				
9	281-4	562-8	843-12	1125	1406-4	1687-8	1968 <sup>tt</sup> -12	2250 <sup>tt</sup>		
10	312-8	625-0	937-8	1250	1562-8	1875-0	2187-8	2500	2812 <sup>tt</sup> -8	3125 <sup>tt</sup> -0
11	343-12	687-8	1031-4	1375	1718-12	2062-8	2406-4	2750	3093-12	3437-8
12	375-0	750-0	1125-0	1500	1875-0	2250-0	2625-0	3000	3375-0	3750-0
13	406-4	812-8	1218-12	1625	2031-4	2437-8	2843-12	3250	3656-4	4062-8
14	437-8	875-0	1312-8	1750	2187-8	2625-0	3062-8	3500	3937-8	4375-0
15	468-12	937-8	1406-4	1875	2343-12	2812-8	3281-4	3750	4218-12	4687-8
16	500-0	1000-0	1500-0	2000	2500-0	3000-0	3500-0	4000	4500-0	5000-0
17	531-4	1062-8	1593-12	2125	2656-4	3187-8	3718-12	4250	4781-4	5312-8
18	562-8	1125-0	1687-8	2250	2812-8	3375-0	3937-8	4500	5062-8	5625-0
19	593-12	1187-8	1781-4	2375	2968-12	3562-8	4156-4	4750	5343-12	5937-8
20	625-0	1250-0	1875-0	2500	3125-0	3750-0	4375-0	5000	5625-0	6250-0
21	656-4	1312-8	1968-12	2625	3281-4	3937-8	4593-12	5250	5906-4	6562-8
22	687-8	1375-0	2062-8	2750	3337-8	4125-0	4812-8	5500	6187-8	6875-0
23	718-12	1437-8	2156-4	2875	3493-12	4312-8	5031-4	5750	6468-12	7187-8
24	750-0	1500-0	2249-0	3000	3650-0	4500-0	5250-0	6000	6750-0	7500-0
25	781-4	1562-8	2342-12	3125	3806-4	4687-8	5468-12	6250	7031-4	7812-8
26	812-8	1625-0	2436-8	3250	3962-8	4875-0	5687-8	6500	7312-8	8135-0
27	844-12	1687-8	2530-4	3375	4118-12	5062-8	5906-4	6750	7593-12	8447-8
28	876-0	1750-0	2624-0	3500	4275-0	5250-0	6125-0	7000	7874-0	8759-0
29	907-4	1812-8	2717-12	3625	4431-4	5437-8	6343-12	7250	8155-4	9071-8
30	938-8	1874-0	2811-8	3750	4587-8	5625-0	6562-8	7500	8436-8	9384-0

30000 40000 50000 60000 70000 80000 90000 100000

[illegible]

# POIDS SUPORTES PAR LES CORDES

An. 1699. Pag. 226. Pl. 5.

	10000 <sup>tt</sup>	20000 <sup>tt</sup>	30000 <sup>tt</sup>	40000 <sup>tt</sup>	50000 <sup>tt</sup>	60000 <sup>tt</sup>	70000 <sup>tt</sup>	80000 <sup>tt</sup>	90000 <sup>tt</sup>	100000 <sup>tt</sup>
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10	3125 <sup>tt</sup> -0									
11	3437-8									
12	3750-0	7500 <sup>tt</sup>								
13	4062-8	8125								
14	4375-0	8750								
15	4687-8	9375	14072 <sup>tt</sup> 8							
16	5000-0	10000	15000-0							
17	5312-8	10625	15937-8							
18	5625-0	11250	16875-0	22500 <sup>tt</sup>						
19	5937-8	11875	17812-8	23750						
20	6250-0	12500	18750-0	25000						
21	6562-8	13125	19687-8	26250	32812-8					
22	6875-0	13750	20624-0	27500	34375-0					
23	7187-8	14375	21561-8	28750	35937-8	42125 <sup>tt</sup>				
24	7500-0	15000	22408-0	30000	37500-0	44000				
25	7812-8	15625	23345-8	31250	39062-8	45875	54687-8			
26	8125-0	16250	24282-0	32500	40624-0	47750	56875-0			
27	8447-8	16875	25210-8	33750	42186-8	49625	59062-8	67500 <sup>tt</sup>		
28	8750-0	17500	26148-0	35000	44749-0	51500	61250-0	70000		
29	9071-8	18125	27085-8	36250	46311-8	53375	63437-8	72500	81562-8	
30	9384-0	18750	28123-0	37500	47874-0	55250	65625-0	75000	84385-0	93750 <sup>tt</sup>

Diametres des Cordes



tation desdites 37 livres & 38 livres  $\frac{1}{2}$ .

Tous lesquels poids font ensemble celui de 1236 livres  $\frac{2}{3}$ , c'est-à-dire 391 livres  $\frac{2}{3}$  plus qu'avec la poulie de 24 pouces dans laquelle la corde & le boulon ne font pas une résistance égale à la seizième partie du fardeau, au lieu qu'en celle de 3 pouces cette même résistance est plus de la moitié de ce même fardeau.

## OBSERVATIONS SUR LA CIRCULATION DU SANG *dans le Fœtus :*

ET DESCRIPTION DU CŒUR DE LA TORTUE  
& de quelques autres Animaux.

Par M. DU VERNEY.

J'Aurois pu donner au Public, il y a long-tems, les Observations que j'ai faites sur le nouveau système de la circulation du sang dans le Fœtus, que M. M. a voulu fonder sur la structure du cœur de la Tortue. 23. Decem.  
1699.

Dès qu'il le proposa, je l'examinai avec soin; je fis des dissections exactes de plusieurs Tortuës, & ayant reconnu l'erreur de cette découverte, je la combatis dans mes exercices du Jardin Royal, & dans cette Académie, comme il est rapporté dans l'Histoire, qui en a été publiée.

Je composai dès-lors le Traité que je vais lire, & quelques autres qui paroîtront dans la suite. J'ai différé de les donner au Public, & je ne m'y suis déterminé qu'avec peine, & pour le bien de la paix & par la considération que j'ai pour l'Auteur de ce Système; mais j'ai crû les devoir à la curiosité de ceux, qui s'étant élevez comme moi contre ces nouveaux sentimens, n'ont eu ni le même loisir, ni la

même commodité de travailler à de pareilles dissections: D'ailleurs l'Auteur pourroit prendre mon silence pour une approbation de son sentiment, & publier encore que bien qu'il m'en ait fait une espece de défi, je n'ai pas osé le combattre.

Dans le tems que je m'y suis déterminé, j'ai été assez heureux, pour recevoir de Versailles une grande Tortuë terrestre de l'Amérique, qui m'a servi à confirmer les observations que j'avois faites sur celles que nous avons en France. J'ai ajouté la description des cœurs de la Vipere, de la Grenouille & de quelques Poissons, qui ont tous beaucoup de rapport au cœur de la Tortuë, afin de ne rien obmettre de tout ce qui peut servir à éclaircir ces questions.

Je décrirai dans la premiere Partie de ce discours la structure du cœur de la Tortuë, & de ceux des autres animaux dont j'ai parlé: Dans la seconde, j'examinerai leurs usages: Et dans la troisième, je fonderai sur toutes les deux la critique du nouveau Systeme.

I. PART.  
SECTION I.  
Structure du  
cœur de la  
Tortuë.

Avant que d'ouvrir le cœur de la grande Tortuë, j'observai que l'écaille qui la couvroit étoit de deux pieds trois pouces de long, sur deux pieds un pouce de large, & son écaille de dessous d'un pied cinq pouces de long, sur un pied deux pouces de large; au lieu que l'écaille de dessus de nos Tortuës ordinaires n'a qu'environ six à sept pouces de long sur cinq & demi de large, & celle de dessous trois pouces & demi de large, sur cinq à six pouces de long.

Le pericarde de ces animaux est une membrane d'une tiffure fort serrée. Par toute sa circonférence, il est étroitement uni au péritoine; & sa capacité est fort grande à proportion du volume du cœur. Voyez la Figure I.

Ce cœur est situé au haut de la poitrine au-dessus du foye: Il n'y a point de diaphragme entre-deux. Dans les petites Tortuës on voit un ligament, qui part de la pointe du cœur, & qui l'attache au fond du pericarde: il ne s'en est point trouvé dans la Tortuë de l'Amérique. Ce ligament est un prolongement de la membrane qui envelope les fibres

bres du cœur. *Voyez la figure 3.*

La figure du cœur de la grande Tortuë est demi-sphérique ; sa partie inférieure étant convexe , & la supérieure plane , mais un peu enfoncée au milieu , qui est l'endroit où s'implantent les oreillettes & les artères , enforte que ce cœur ressemble assez au rein d'un mouton : mais dans nos petites Tortuës il s'allonge un peu plus en pointe. *Voyez la figure 2. & 3.*

Dans la grande Tortuë , le cœur mesuré du milieu de la baze à la pointe , s'est trouvé d'un pouce cinq lignes , & d'environ trois pouces , d'un des côtez de la baze à l'autre ; mais dans une des parties , la distance du milieu de la baze à la pointe ne s'est trouvée que de six lignes , & de neuf lignes d'un des côtez de la baze à l'autre.

On voit sous l'oreillette droite du cœur de ces animaux une espèce de réservoir d'une figure oblongue , & assez semblable à celle d'un outre enflé : Il est formé par le concours de plusieurs veines. L'axillaire droite & la veine cave inférieure s'embouchent au côté droit de ce réservoir , l'une au haut , & l'autre au bas. De l'autre côté on voit dans une pareille situation l'axillaire gauche , & une veine qui rapporte le sang de la partie gauche du foye. La veine coronaire & quelques autres vaisseaux , qui sortent des parties voisines s'y vident aussi ; & comme les jugulaires se déchargent dans les axillaires , cela fait que le sang de toutes les veines est rapporté dans ce réservoir , à l'exception de celui des veines du poulmon. *Voyez la figure 26. & 10.*

Ce réservoir par dedans est garni de plusieurs fibres charnuës , qui se croisent & s'entrelassent , à peu près comme celles qui se voyent au dedans des oreillettes du cœur de l'homme. Toutes les veines qui servent à former ce réservoir , sont aussi garnies de fibres , qui s'entrelassent de la même manière. *Voyez la figure 7.*

Ce même réservoir vers son milieu , s'ouvre dans l'oreillette droite , du côté qu'elle regarde l'écaille de dessus. *Voyez la figure 4. & 5.*

Les deux veines du poulmon remontent le long du côté

inférieur de chaque branche de la trachée artère; la droite ayant percé le péricarde, passe derrière le réservoir dont on a parlé, & s'avance jusqu'à l'oreillette gauche. La veine pulmonaire ayant aussi percé le péricarde, se cache derrière l'axillaire du même côté, & vient s'unir avec la veine pulmonaire droite, à la partie postérieure de l'oreillette gauche, près de son col, où elles forment une espèce de réservoir. *Voyez la figure 4. & 8.*

A l'embouchure du grand réservoir dans l'oreillette droite, il y a deux valvules situées un peu obliquement par rapport à l'oreillette droite. Elles ressemblent à deux paupières, & sont composées de fibres charnuës produites par celles de l'oreillette. A leur angle extérieur elles sont attachées par un trousseau de fibres qui remontant un peu obliquement vers le fond de l'oreillette, s'épanouissent & s'y perdent.

La valvule inférieure a un peu plus d'étendue que la supérieure; & quand elles se joignent elles ferment exactement cette ouverture. *Voyez la figure 13.*

Le bassin du petit réservoir est aussi garni par dedans de fibres charnuës; mais en moindre quantité que celui du grand réservoir. Dans les petites Tortuës (ce que je n'ai point vu dans la grande) il y a à son embouchure une valvule charnuë en forme de croissant, tournée de manière que ses angles regardent le fond de l'oreillette droite. Elle est semblable à celle qui se trouve dans les Oiseaux à l'embouchure du tronc de la veine du pōumon dans l'oreillette. *Voyez la figure 5. & 3.*

Les oreillettes sont de grandeur différente; la droite a plus de capacité que la gauche: elles ressemblent à deux bourses qui couchées sur le côté seroient jointes ensemble par leur ouverture, c'est-à-dire, par la partie la plus courte; elles sont séparées l'une de l'autre en cet endroit par une membrane: cette séparation est un peu de biais vers le milieu de la baze du cœur, mais plus sur le côté gauche que sur le droit.

Cette membrane est couverte dans sa plus grande partie de fibres charnuës qui sont des continuations de celles des

oreillettes : le bas en est purement tendineux , & si mince qu'on voit le jour à travers ; elle s'attache entre les deux valvules , qui sont aux embouchures des oreillettes , & dont nous parlerons dans la suite. *Voyez la figure 2. II. 13. & 14.*

Le fond de ces oreillettes est Sphérique , & beaucoup plus grand que l'endroit où elles se joignent : elles se rétrécissent vers la baze du cœur , & forment une espèce de col qui est séparé en deux par la membrane en forme de cloison dont il a été parlé. *Voyez la figure 10. & 11.*

Tout l'intérieur de ces oreillettes est garni de fibres musculieuses , qui s'entrelaissent en tant de manieres différentes , qu'elles composent , sur-tout dans les petites tortues , un tissu fort spongieux ; ce qui fait qu'étant gonflées & deséchées elles ressemblent en quelque maniere à la substance du poulmon : la membrane qui les sépare , est toute unie. *Voyez la figure 13.*

A l'embouchure de chaque oreillette il y a une valvule , & ces deux valvules sont jointes ensemble par une de leurs extrémités , & revêtues de fibres charnuës dirigées d'un côté de la baze du cœur à l'autre : La membrane qui est entre les oreillettes s'attache en dehors au milieu de ces deux valvules , comme il a été dit , & en fait ainsi la séparation en cet endroit. Par le côté qu'elles ont libre , elles peuvent , en s'abaissant , & devenant concaves , laisser passer le sang des oreillettes dans le cœur , & de l'autre en se relevant elles en empêchent le retour. Ainsi l'on voit que bien que ces deux soupapes jointes ensemble , comme elles sont , fassent une espèce de quarré long , lorsqu'elles s'appliquent contre les ouvertures des oreillettes , néanmoins quand le sang y passe , chacune séparément représente le quart d'un ovale concave opposé & joint à un autre par le sommet , ou si l'on veut à ces ustenciles appelez des couvre-feux , qu'on auroit renversez , & qui se toucheroient par leur cintre. *Voyez la figure 13. & 17.*

Ces valvules ont cela de commun avec celle du trou ovale du Fœtus , que quand elles ouvrent le passage au sang elles deviennent concaves en forme de goutieres , & quand

elles le ferment & s'appliquent contre le trou , elles s'applanissent. Deux choses contribuent à les appliquer ainsi contre le trou : la premiere , est l'impulsion du sang : la seconde , est l'action des fibres charnuës , qui les composent ; ces fibres , de courbes qu'elles étoient , devenant droites , & le sang , qui vient frapper contre ces valvules ainsi applanies & appliquées contre les trous , les maintenant dans cet état.

Il y a trois cavitez dans le cœur de cet animal , l'une est dans le côté droit de la partie que j'appelle antérieure , qui est celle qui regarde l'écaille de dessous ; les deux autres occupent la partie que j'appelle postérieure , qui regarde l'écaille de dessus. *Voyez la figure 13. & 14.*

Des deux cavitez qui sont dans la partie postérieure du cœur , j'appellerai dans la suite premiere cavité celle qui reçoit le sang de l'oreillette droite ; seconde cavité celle qui occupe toute la partie gauche , & qui reçoit le sang de l'oreillette gauche ; & j'appellerai troisiéme cavité celle qui est vers le côté droit de la partie antérieure du cœur , & dans laquelle s'embouche l'artère du pôumon.

Le tissu du dedans du cœur est garni de colonnes charnuës de différentes grosseurs , entrelassées les unes dans les autres.

Il y en a plusieurs , qui s'élevant du milieu de la face postérieure jusqu'à la baze du même côté , laissent sous les valvules des oreillettes un chemin , par lequel la premiere & la seconde cavité communiquent ensemble ; ainsi il est vrai de dire que ce n'en est qu'une. Comme la premiere cavité communique de même avec la troisiéme , il faut dire aussi que toutes les trois n'en font qu'une seule , le sang qui est vuïdé dans le cœur par l'oreillette droite & par la gauche , se pouvant mêler aisément & entrer d'une cavité dans l'autre.

La valvule de l'embouchure de l'oreillette droite est disposée de telle sorte que le sang qui y passe , coulant de la gauche à la droite , il ne tend qu'à remplir la premiere cavité , laquelle communiquant avec la troisiéme , ce sang y

entre en même tems : mais la valvule de l'oreillette gauche étant tournée de la droite à la gauche, le sang qui en vient ne remplit d'abord que la seconde cavité. *Voyez la figure 17.*

Nous avons dit que le tissu de fibres charnuës, qui sépare la premiere cavité de la seconde, laisse un passage, par où le sang peut aller de l'une à l'autre. Ce passage est de la même longueur que la baze des valvules, & a environ trois lignes de diametre ; enforte que les valvules étant abaissées, il y reste toujours une ouverture, & la communication de la premiere & de la seconde cavité, n'en est pas entièrement empêchée. *Voyez la figure 17.*

Il faut remarquer ici, que la communication de la premiere cavité avec la troisième, se fait par une ouverture en arc composé de fibres charnuës d'environ deux lignes de diametre : Cette ouverture est sur le côté droit de la face antérieure du cœur près de l'embouchure de l'artère, que j'appellerai branche gauche de l'aorte descendante. *Voyez la figure 17.*

La surface du cœur paroît par-tout d'une égale épaisseur : de-là vient qu'y ayant deux cavités l'une sur l'autre dans sa partie droite, leurs parois en sont moins épaissies que celles de la seconde cavité ; mais les parois de la premiere sont encore plus épaissies que celles de la troisième. *Voyez la figure 13. & 14.*

Ce cœur est composé de plusieurs couches de fibres ; les extérieures décrivent des lignes courbes, & paroissent dirigées de gauche à droite ; les intérieures forment plusieurs colonnes, ainsi qu'il a été dit, d'où naissent ces espèces de cloisons qui séparent les cavités du cœur, & qui s'entrelassant en divers sens, laissent comme autant de petites cellules, qui communiquent les unes avec les autres ; ce qui fait que le cœur étant gonflé & desséché, paroît presque tout spongieux.

Vers la partie droite de la face antérieure de la baze du cœur, il sort trois artères considérables : Deux de ces ar-

teres composent l'aorte, & s'ouvrent dans la premiere cavité du cœur. Les orifices de celles cy sont placez entre l'embouchure de l'oreillette droite, & l'ouverture qui fait la communication de la premiere cavité avec la troisiéme, & ils sont si voisins, qu'ils s'entretouchent. *Voyez la figure 2. 4. 9. & 17.*

La troisiéme artère, qui est celle du pöümon, sort immédiatement de la troisiéme cavité du cœur. *Voyez les mêmes figures.*

Les embouchures de ces trois vaisseaux sont soutenües par un cartilage presque demi-circulaire, auquel s'attachent aussi leurs valvules; & à chacune de ces embouchures il y a deux valvules de figure sygmoïde, lesquelles ont le même usage que dans les autres animaux. *Voyez la figure 14. 15. & 16.*

Ces artères sont étroitement liées entr'elles; il y en a deux presque de front; sçavoir celle que j'appelle la branche gauche de l'aorte descendante & l'artère du pöümon, derriere lesquelles est celle que j'appelle le premier tronc de l'aorte. *Voyez la figure 9.*

Dans nos petites Tortuës de terre, ces artères sont embrassées à leur naissance par un anneau de fibres charnuës: il n'y en avoit point au cœur de la Tortuë de l'Amérique. *Voyez la figure 3.*

Ces trois vaisseaux après s'être plus ou moins élevez à une certaine hauteur, se recourbent en forme de croffes.

Cette artère, qui fait le premier Tronc de l'aorte peu de tems après sa naissance, se partage en deux branches, dont l'une monte, & va se distribuer aux pattes de devant, & à toutes les parties supérieures, je l'appellerai aorte ascendante; l'autre descend en se recourbant jusques sous le ventricule, sans jetter aucun rameau, & va se joindre à la branche gauche de l'aorte descendante, je l'appellerai branche droite de l'aorte descendante. *Voyez la figure 2. & 4.*

La branche gauche de l'aorte descendante, se recourbe



de même au côté gauche du cœur, & sans jeter aucun rameau, elle descend aussi jusques sous le ventricule, & fournit en cet endroit deux artères, dont la supérieure tient lieu de coeliaque, & l'inférieure de mesenterique; ensuite elle s'unit à la branche droite de l'aorte descendante, & ces deux branches ainsi réunies forment le tronc de l'aorte descendante, lequel va se distribuer aux parties du bas-ventre, & à toutes les extrêmités inférieures. *Voyez les mêmes figures.*

L'artère du pōumon, qui touche immédiatement la branche gauche de l'aorte descendante, naît, comme il a été dit, de la troisième cavité du cœur: cette artère est fort grosse, & a autant de diametre que le premier tronc de l'aorte: après s'être un peu élevée elle se partage en deux branches, qui se recourbent aussi en forme de croisses, dont l'une va se rendre à la partie gauche du pōumon, & l'autre à la partie droite. *Voyez la figure 2. 4. & 9.*

L'artère coronaire est composée d'un seul tronc; qui sort du premier tronc de l'aorte, un peu au dessus des valvules sygmoïdes, & elle se distribue au cœur & aux oreillettes. *Voyez la figure 11. & 12.*

Le cœur de la Grenouille est d'une figure conique, comme celui de la plupart des animaux, & enfermé dans un péricarde, qui a moins de capacité, à proportion, que celui de la Torré. SECT. II.  
Structure du  
cœur de la  
Grenouille.

On voit sous ce cœur une espèce de réservoir de figure ronde, & d'environ trois lignes de diametre.

La veine cave inférieure, sortant du foye, reçoit de chaque côté une grosse veine; l'une qui rapporte de la partie droite, & l'autre de la partie gauche de ce viscere.

Le concours de ces trois vaisseaux sert principalement à former ce réservoir, lequel reçoit de chaque côté les axillaires: la veine coronaire s'y décharge aussi. *Voyez la figure 1.*

Ce réservoir s'ouvre au-dessus, & vers le côté droit de l'oreillette: son embouchure est garnie de deux soupapes

situées obliquement par rapport à l'oreillette : elles forment ensemble comme deux paupieres : la supérieure est plus large que l'inférieure , de même que dans la Tortuë , & elles ont le même usage. *Voyez la figure 2.*

A chaque partie du pōumon qui regarde le dos , est attaché le tronc de la veine qui en rapporte le sang ; l'une & l'autre de ces veines , en quittant le pōumon fait environ deux lignes de chemin , en s'inclinant l'une vers l'autre ; & en s'unissant , elles ne forment plus qu'un tronc , qui est collé à la partie supérieure du réservoir. Ce même tronc s'ouvre dans l'oreillette immédiatement au dessus de l'embouchure du réservoir dans l'oreillette. *Voyez la figure 3.*

Il n'y a qu'une oreillette dans le cœur de cet animal : elle est sphérique , & non seulement elle couvre toute la baze du cœur , mais elle a beaucoup plus d'étendue.

Son embouchure est fort large & garnie de deux valvules , dont l'une est attachée à la partie de la baze du cœur qui regarde l'épine , & l'autre à la partie opposée de la même baze : elles sont demi-circulaires , figurées à peu près comme celles que nous appellons sygmoïdes , en sorte que le sang poussé de bas en haut dans la contraction du cœur les gonfle , & en rapproche exactement les deux bords. *Voyez la figure 4.*

Dans ce cœur il n'y a qu'un ventricule , & les parois en sont très-minces ; les fibres charnuës de sa partie intérieure s'entrelacent en tant de manieres différentes , qu'elles composent un tissu très spongieux.

Il n'y a aussi qu'une artère qui sort immédiatement du côté droit de la baze du cœur : ce vaisseau dès sa naissance est couché sur le côté droit de l'oreillette , de laquelle il couvre presque le tiers ; & il se porte obliquement à la longueur d'environ deux à trois lignes ; & ensuite se partage en deux branches , dont l'une va à droite , & l'autre à gauche , en se courbant un peu ; chacune de ces branches se subdivise en trois autres. *Voyez la figure 5.*

De ces trois , la supérieure qui regarde la tête , se partage

tagé en deux rameaux , dont l'un va se distribuer à toutes les parties, qui sont sous la gorge, & l'autre monte au cerveau.

La branche du milieu, qui est la plus grosse, se recourbe, & forme l'aorte descendante : Vis-à-vis de l'aisselle elle se partage en deux gros rameaux, dont le plus petit se distribue aux muscles qui sont sous l'épaule, sur le dos & sur la tête ; l'autre qui est beaucoup plus gros, forme l'axillaire. Ensuite cette branche descend jusqu'au dessous du cœur, en jettant plusieurs rameaux, qui vont à l'épine ; & s'unissant avec celle du côté opposé, elles ne font plus qu'un tronc, d'où sort une grosse branche, qui tient lieu de coeliaque, & de mesenterique : ce tronc se distribue ensuite à toutes les autres parties inférieures.

La troisième branche qui est l'inférieure, se partage aussi en deux autres, dont la plus petite se divise en deux rameaux, qui vont se distribuer aux muscles servants aux mouvemens de la tête : l'autre branche se partage en trois ou quatre rameaux considérables, qui à leurs naissances s'attachent au poulmon, & jettent un nombre infini d'autres petits rameaux, qui communiquent les uns avec les autres, & qui l'embrassent de tous côtez de haut en bas. *Voyez la même figure.*

Cette aorte a deux valvules sygmoïdes à son embouchure dans le cœur ; & comme nous avons dit, elle monte obliquement l'espace d'environ trois lignes, & en cet endroit elle est recouverte de fibres charnuës circulaires. Au dedans de ce vaisseau, on voit dans le milieu une lame cartilagineuse posée de chan, attachée seulement à la partie du canal qui regarde l'épine, & tournée en spirale de gauche à droite.

Cette lame se termine en une soupape de figure sygmoïde, & à côté il y en a encore deux autres de même figure, soutenues chacune par un petit bouton cartilagineux : elles sont toutes trois placées à l'endroit où ce vaisseau commence à se partager ; & lorsqu'elles sont soulevées, elles en ferment fort exactement l'entrée. *Voyez la figure 6.*

Cette mécanique, qui est fort singulière, a néanmoins

un grand rapport à celle de l'aorte de quelques poissons. Car dans la Raye & dans plusieurs autres, l'aorte à sa naissance est aussi revêtue de fibres charnuës circulaires fort épaisses, à la longueur d'environ un pouce; & l'on voit au dedans quatre rangs de tubercules cartilagineux, entre lesquels coule le sang qui sort du cœur: ces tubercules portent chacun une valvule, ces valvules étant ouvertes, empêchent le retour du sang: celles du rang le plus éloigné du cœur sont les plus grandes. La figure de ces tubercules est si irreguliere, & la grandeur des valvules si differente, qu'il seroit ennuyeux d'en faire le détail. *Voyez la figure 7.*

SECT III.  
Structure du  
cœur de la  
Vipere.

Le cœur de la Vipere est figuré comme celui de la Grenouille, mais il est plus plat, & le côté gauche est plus élevé que le droit: il est placé environ à six pouces de distance de la tête, & un pouce au-dessus du foye. *Voyez la figure 1.*

Le pericarde est d'une grande capacité, & si mince qu'on voit aisément le cœur à travers. Il y a trois veines caves: une inferieure, deux superieures. La veine cave inferieure est la plus grosse; la superieure du côté droit s'abouche avec l'inferieure, & en cet endroit chacun de ses vaisseaux est un peu coudé. *Voyez la figure 2.*

La superieure du côté gauche, passant par-dessus l'aorte descendante, se colle à l'oreillette gauche; & faisant un petit coude, descend sous la baze du cœur, pour s'ouvrir dans la veine cave inferieure, près de son embouchure. *Voyez la figure 3.*

Le tronc formé par l'union de ces trois vaisseaux, a son embouchure vers le milieu du côté droit de l'oreillette droite, & cette embouchure est garnie de deux valvules de la figure des paupieres, comme dans la Tortue & dans la Grenouille, situées obliquement par rapport à l'oreillette. *Voyez la figure 4.*

La veine du pòumon est composée de deux branches, l'une qui rapporte le sang de la partie superieure du pòu-

mon ; & qui est la plus grosse , & l'autre qui le rapporte de la partie inferieure.

Ces deux veines se rencontrent au côté gauche de l'oreillette gauche , & le tronc formé par leur union , va obliquement par-dessus la partie inferieure de l'oreillette , à laquelle il est étroitement collé , s'ouvrir dans la même oreillette par une insertion fort oblique. *Voyez la figure 3.*

Les deux oreillettes du cœur de la Vipere , ne different de celles de la petite Tortuë de terre , qu'en ce qu'elles sont plus longues & plus étroites ; elles sont séparées par une cloison qui a la même figure.

A l'embouchure de chaque oreillette dans le cœur , il y a une valvule , & ces valvules ont aussi précisément la même conformation que celles qui sont dans le cœur de la Tortuë.

Enfin , il y a trois cavitez dans ce cœur , dont la configuration interieure est encore toute semblable à celle des cavitez du cœur de la Tortuë , & elles ont entr'elles la même communication.

Trois arteres sortent du côté droit de la baze du cœur : il y en a deux de front , & derriere elles une troisiéme ; & de ces trois il y en a pareillement deux , qui forment l'aorte. *Voyez la figure 1.*

Le premier tronc de l'aorte monte à la hauteur de quatre à cinq lignes , & se partage en deux branches , dont la plus grosse , qui est à droite , fait crosse ; & étant descenduë environ trois lignes , elle jette un rameau , qui donne la carotide droite ; ensuite elle descend , & après avoir fourni quelques rameaux à l'épine , elle va recevoir l'aorte , qui est au côté opposé. L'autre branche produit la carotide gauche : On peut nommer ce premier tronc de l'aorte , comme dans la Tortuë , l'aorte ascendante , parce qu'elle fournit le sang à toutes les parties superieures. *Voyez la figure 1.*

Le second tronc de l'aorte s'éleve à la hauteur d'environ trois lignes , en croisant les deux autres : ensuite il fait crosse , & descend environ un pouce & demi au-dessus du cœur , pour s'unir à l'aorte du côté opposé. En descendant

il jette un rameau , qui va au ventricule. On peut aussi nommer cette branche d'artere l'aorte descendante, parce qu'elle ne se distribue qu'aux parties inferieures. *Voyez la figure 1.*

La troisieme artere, qui est celle du poumon, s'eleve à la hauteur de quatre lignes: elle est couchée sur la partie moyenne du poumon, & elle s'y divise en deux branches: cette division est immediatement sous l'aorte ascendante.

La branche, qui est destinée pour la partie superieure du poumon, est beaucoup plus grosse que l'autre, & accompagne la veine dans toute son étendue. *Voyez la figure 1.*

Je ne dirai rien de la structure du cœur des couleuvres, parce qu'elle n'est differente de celle du cœur des Viperes, que par la distribution des vaisseaux du poumon.

SECT. IV.  
Structure du  
cœur des Poif-  
sons.

VOULANT décrire le cœur des Poissons, j'ai choisi la Carpe, parce qu'il est facile d'en avoir.

Le cœur de ce Poisson est situé sous les machoires, qui sont au-dessous des ouïes, au fond du gosier, que j'appellerai mâchoires internes, pour les distinguer de celles qui sont au-dessus, & qui forment l'entrée de la gueule. La cavité, où le cœur se trouve renfermé, est revêtue d'une membrane fort polie, qui tient lieu de pericarde dans plusieurs autres Poissons, mais qui ne peut être ainsi nommée dans celui-ci, puisque le cœur est encore enfermé dans un sac fermé d'une pellicule très-mince, qui est proprement son pericarde. *Voyez la figure 1.*

Le bas de cette même cavité est fermé par une membrane, qui separe le cœur d'avec tous les autres visceres, & qui est une continuation de la precedente.

On voit sous le cœur un reservoir formé par le concours de plusieurs veines, trois desquelles sortent du foye, & servent seulement à rapporter le sang de la veine aorte, & d'une partie des ovaires. De ces trois, il y en a deux, qui s'ouvrent de chaque côté dans le bas de ce reservoir, & la troisieme s'y décharge aussi par une embouchure très-large. Deux autres veines remontent à chaque côté de l'épine, en accompagnant l'aorte, & s'unissent à chaque côté du reservoir, avec les veines, qui sortent des deux côtes du foye :

ainsi ces deux vaisseaux n'ont de chaque côté, en cet endroit, qu'une même embouchure. Le tronc de la veine, qui rapporte le sang des ouïes, est couché au-dessus de l'aorte : il descend au côté droit du cœur, il est collé aux parois de la cavité, où le cœur est renfermé, & faisant un contour, il vient s'ouvrir au côté droit du réservoir. *Voyez la figure 2.*

Ce réservoir s'ouvre en dessus vers le milieu de la partie inférieure de l'oreillette : à son embouchure, il a deux valvules, en forme de paupieres, comme sont celles des animaux, que nous avons décrits, & celles qui sont à l'embouchure de la veine cave inférieure des Oyseaux, dont on ne dira rien, parce que cela est étranger à la matiere que nous traitons. *Voyez la figure 3.*

Ce cœur n'a qu'une oreillette, mais d'une grande capacité. Elle est appliquée au côté gauche, & dans sa partie supérieure, en s'enfonçant, elle forme de chaque côté une avance ou corne, dont la gauche est plus grande que la droite : son embouchure est dans la partie supérieure du côté gauche du cœur. *Voyez la figure 4.*

Il y a deux valvules à l'embouchure de l'oreillette dans le cœur, l'une dessus & l'autre dessous, attachées par tout le demi cercle qu'elles forment, & ouvertes du côté de la pointe du cœur : ce qui fait que le sang, qui reflue par la contraction du cœur, les souleve, & les joint l'une à l'autre, comme dans la Grenouille. *Voyez la figure 5.*

Ce cœur est de figure demi-circulaire, & aplati à peu près comme une châtaigne de mer : il est posé de chan par rapport à la tête ; en sorte que les deux côtez plats regardent les ouïes : il s'emboîte par la baze avec l'aorte par une espece de gynglime, ces deux parties ayant des éminences & des cavitez, qui se reçoivent mutuellement. *Voyez la figure 6.*

Les parois de ce cœur sont fort épaisses, à proportion de son volume, & ses fibres d'une tiffure fort compacte.

Pour bien entendre la distribution des vaisseaux dans ce Poisson, il faut avoir quelque notion de la structure des ouïes. C'est pourquoi nous dirons que les ouïes, qui, comme on sçait, servent de pommons aux Poissons, sont pour ainsi dire partagées en deux lobes, dont chacun

est composé de quatre feüillets posez presque de chan l'un près de l'autre , suivant leur contour , & soutenus par quatre arcs osseux. Nous nommerons premier arc celui de chaque côté , qui est le plus proche du cœur.

La partie convexe de ces arcs est creuse en forme de gouttiere , le long de laquelle coulent les vaisseaux , dont il sera parlé ci après. Les feüillets soutenus par ces arcs occupent tout l'espace qui est entre les machoires externes & les internes; ils sont composez d'un double rang de lames osseuses, ou barbes. Chacune de ces lames est faite en forme de petite faux ; & à sa naissance, a comme un pied ou talon , qui est plus épais que le reste , & creux par dessous en forme de gouttiere: ce pied étant debout ne pose que par son extrémité sur le bord de l'arc , auquel il n'est attaché que par le moyen de la membrane fort épaisse , qui enveloppe l'arc : le côté convexe de cette lame est garni jusqu'à la pointe , de filets qui vont en diminuant de longueur , à mesure qu'ils s'approchent de cette pointe ; & le côté concave en a de beaucoup plus courts , & n'en est garni qu'environ jusques vers le milieu. *Voyez la figure 7. & 8.*

Ces filets sont liez entr'eux de chaque côté , par une membrane osseuse très-fine , qui les assemble par le milieu , presque dans toute leur longueur ; mais comme les extremittez ne sont pas jointes , elles representent les dents d'une scie. *Voyez la figure 8.*

On a dit que chaque feüillet est composé d'un double rang de lames ; il faut ajoûter que le concave de chacune de ces lames , s'applique sur le convexe de celle qui lui est opposée , & qu'elles sont toutes liées ensemble par une membrane , qui prend depuis leur naissance , jusqu'au milieu de leur hauteur , où devenant plus épaisse , elle forme une maniere de cordon , au dessus duquel elle est attachée aux lames par les bouts d'autant de petits croissants , qu'il y a d'espaces entr'elles. Le reste de la lame est libre , & finit en une pointe très-fine & très souple. *Voyez la figure 9.*

L'empâtement de ces lames sur les bords de l'arc , se faisant par l'extrémité de leur talon , comme il a été dit , il reste dans le milieu un petit vuide en forme de canal



triangulaire, qui regne tout le long de l'arc, & sert à loger les vaisseaux. *Voyez la figure 10.*

Ces lames sont revêtues d'une membrane très-fine, & ne servent qu'à soutenir les ramifications de tous les vaisseaux des oïes. Ces vaisseaux qui coulent dans la gouttiere de chaque arc, sont une artere, une veine & un nerf.

Avant que de parler de la distribution des arteres, on remarquera, que la partie de l'aorte, qui naît du cœur, & qui a deux valvules sygmoïdes, comme celle de la Tortuë, n'est pas d'un grand volume, à proportion de celui qu'elle a un peu au dessus; car d'abord elle s'évase, en sorte qu'elle couvre toute la base du cœur, puis se rétrécissant peu à peu, elle forme une espece de cone, de la pointe duquel sort le vaisseau qui est la continuation de l'aorte. Le dedans de sa partie dilatée est rempli de plusieurs colonnes charnuës, qui vont toujours en diminuant jusqu'au sommet; & elles ont entre leurs bases des interstices, qui forment des cavitez, où est reçu le sang, qui refluë; ce qui fortifie l'action des valvules dont on vient de parler, & produit le même effet que les valvules, qui se voyent dans la partie musculeuse de l'aorte de la Raye, & de la Grenouille. *Voyez la figure 11.*

Le canal qui sort de la pointe du cone de l'aorte, coule entre les deux lobes des oïes. Vis-à-vis de la premiere paire d'arcs de ces lobes, il jette de chaque côté une grosse branche, qui se subdivise encore en deux autres, dont la premiere coule de chaque côté dans la gouttiere de cette premiere paire d'arcs, & la seconde dans la gouttiere de la seconde paire. Ce même tronc dans son cours, se partage encore en deux branches, dont chacune va de son côté à la troisième paire; & plus avant encore, en deux autres, qui vont à la dernière paire de ces arcs.

Chaque artere en coulant le long de la base de chaque feuillet, jette autant de paires de branches qu'il y a de paires de lames, & se perd entierement à l'extremité du feuillet; en sorte que l'aorte & ses branches, ne parcourent de chemin que depuis le cœur jusqu'à l'extremité des oïes où elles finissent. *Voyez la figure 12. & 13.* Et pour la distri-

bution de chaque paire d'arteres. *Voyez la figure 14. & 15.*

Sur le bord de chaque lame il y a une veine, & chaque veine vient se décharger dans un tronc qui coule dans la gouttiere de chaque arc, dont les différentes ramifications se voyent clairement dans les figures. Ces veines sortant de l'extrémité de chaque arc qui regarde la baze du crane, prennent la consistance d'arteres, & viennent se réunir deux à deux de chaque côté. Celle, par exemple, qui sort du quatrième arc après avoir fourni les rameaux qui distribuent le sang aux organes des sens, au cerveau & à toutes les autres parties de la tête, vient se joindre avec celle du troisième arc. Ainsi elles ne font plus qu'une branche. Cette branche après avoir fait environ deux lignes de chemin s'unit à celle du côté opposé & les deux ne forment plus qu'un tronc, lequel coulant sous la baze du crane reçoit aussi peu de tems après de chaque côté une autre branche formée par la réunion des veines de la seconde & de la premiere paire d'arcs. Ce tronc continuë son cours le long des vertebres, & distribuant le sang à toutes les autres parties, fait la fonction d'aorte descendante. Ces mêmes veines par leur autre extrémité qui regarde la naissance des arcs, viennent se décharger dans un tronc qui va s'insérer dans le reservoir. *Voyez la figure 16. & 17.*

La conformité qui se trouve dans la structure du cœur de ces animaux, nous a obligé de les décrire en même tems.

Mais avant que d'en expliquer les usages, il ne sera pas inutile d'avertir, 1°. Que par le terme de reservoir, on n'entend autre chose, qu'un tronc de veines, formé par le concours de plusieurs autres, & qui tient lieu de veines caves superieure & inferieure dans la Tortuë & dans la Carpe; & dans la Grenouille, ce n'est autre chose que le tronc de la veine cave inferieure, qui reçoit les deux axillaires; car bien que ce reservoir ou tronc soit garni de fibres charnuës, on ne prétend pas dire, qu'il ne soit pas du genre des veines, puisque celles qui s'embouchent dans les oreillettes & dans les cavitez du cœur des autres animaux, sont aussi revêtues en cet endroit de semblables fibres. 2°. Que la raison qui  
m'a

m'a obligé d'entrer dans le détail de la distribution des arteres de la Grenouille & des poissons, est qu'ayant à refuter le nouveau Systême, il a fallu que je fîsse voir que l'aorte descendante est toujours composée de deux troncs, & quelquefois d'un plus grand nombre, comme dans les poissons.

DANS la description, que nous avons faite, de la structure du cœur de la Tortuë, l'on a pû remarquer qu'elle differe en plusieurs choses, de celle de la plûpart des autres animaux.

II. PARTIE.  
Usages du  
cœur de la  
Tortuë, de la  
Grenouille,  
&c.

La premiere différence est celle des ventricules : car quoique les trois cavitez du cœur de la Tortuë soient séparées par des cloisons, cependant y ayant entr'elles des ouvertures de communication, elles ne font proprement qu'un seul ventricule ; au lieu qu'il y en a deux dans l'homme, dans les animaux à quatre pieds, & dans les oiseaux ; parce que la cloison, qui est entre ces ventricules, les sépare entièrement. On ne peut pas donner aux cavitez du cœur de la Tortuë le nom de ventricule droit, & de ventricule gauche, en attachant à ces deux mots les idées ordinaires ; parce que d'un côté, si on les regarde par rapport aux oreillettes, & au cours du sang veineux, l'une pourroit être à la verité appellée ventricule droit, & l'autre ventricule gauche ; mais si on les regarde par rapport à la naissance des arteres, la même cavité qu'on appelle ventricule droit devroit être nommée aussi ventricule gauche, puisqu'elle donne naissance aux deux arteres qui tiennent lieu d'aorte : ce qu'on appelle ventricule gauche n'auroit donc point d'arteres, & ce qu'on nomme troisieme ventricule n'auroit point d'oreillettes ni de veines, ce qui est contraire à la conformation du cœur de l'homme, & de la plûpart des animaux.

La seconde différence regarde la circulation du sang dans les cavitez du cœur ; car dans l'homme, dans les animaux à quatre pieds, & dans les oiseaux, tout le sang qui est rapporté par la veine cave, passe par le ventricule droit, & de là dans l'artere du pôi-mon ; & tout celui qui revient du pôi-mon rentre dans le ventricule gauche, & de là dans les deux arteres qui tiennent lieu d'aorte.

Mais dans la Tortuë, le sang qui est rapporté de toutes les parties du corps, à l'exception du poulmon, entre dans l'oreillette droite par le grand réservoir, qui en se resserrant par l'action des fibres charnuës, dont il est tapissé en dedans, le pousse encore dans l'oreillette; & comme la valvule, qui est à l'embouchure de cette oreillette dans le cœur est disposée de maniere que le sang qu'elle pousse, en se resserrant, coule de gauche à droite: il est constant que toutes les fois que cette oreillette se vuide, elle remplit non seulement la premiere cavité, mais encore la troisiéme, qui n'en est qu'une continuation.

Il y a deux valvules en forme de paupieres à l'embouchure de ce réservoir, qui dans la contraction de l'oreillette se joignent, & fermant exactement cette ouverture, empêchent que le sang, dont l'oreillette est remplie, ne reflue dans ce réservoir: ce qui l'oblige à couler entièrement dans le ventricule du cœur.

L'on trouve dans les oiseaux de semblables valvules à l'embouchure de la veine cave dans l'oreillette; & dans les animaux à quatre pieds, à la place des valvules, on voit entre les deux veines caves, & au dedans de leur embouchure, certains rebords formez par des trousseaux de fibres charnuës, qui se développent de telle maniere autour de ces vaisseaux, qu'ils y forment, comme autant de sphincters, puisqu'ils embrassent non seulement l'entredeux des veines caves, mais encore leur embouchure, & qu'ils ne peuvent se racourcir, sans lier, pour ainsi dire, ces deux veines à leur entrée dans l'oreillette. Dans l'homme ces rebords sont moins marquez.

On voit par-là que ces sphincters & ces soupapes ont le même usage: car comme ces soupapes permettent au sang d'entrer du réservoir dans l'oreillette, & en empêchent le retour; de même ces sphincters étant relâchez, permettent au sang des veines de remplir l'oreillette; mais lorsqu'ils se resserrent, ils ferment les ouvertures de ces vaisseaux, & empêchent le retour du sang.

Le sang, qui est rapporté par la veine du poulmon, remplit l'oreillette gauche. Dans les petites Tortuës & dans

les oiseaux, il y a une valvule charnuë à l'embouchure de cette veine, qui empêche le retour du sang; & ensuite l'oreillette gauche, en se resserrant, ne tend qu'à remplir la seconde cavité, à cause de la valvule tournée de droite à gauche, qui est à son embouchure.

Par la compression du cœur, tout le sang contenu dans la seconde cavité, est forcé de rentrer dans la première; cette cavité n'ayant point d'arteres, par où il puisse se décharger; au même tems que le cœur, en se resserrant, pousse le sang de la seconde cavité dans la première, il pousse aussi dans le principal tronc de l'aorte, & la branche gauche de l'aorte descendante, le sang qui étoit contenu dans cette première cavité, pour le distribuer dans toutes les parties. Enfin dans le tems que la première cavité se vuide, le sang de la troisième cavité est aussi poussé dans l'artere, qui va aux poumons, & qui se distribuë dans toute leur substance. On voit par-là, que ces trois cavitez se vident en même tems, & qu'elles concourent ensemble à pousser le sang dans les arteres.

L'anneau ou sphincter, qui se trouve à la naissance de l'aorte dans la petite Tortuë, en se resserrant immédiatement après la contraction du cœur, donne lieu de croire, que son principal usage est d'accelerer & d'augmenter le mouvement du sang vers les extrêmités.

Dans les Grenouilles & dans plusieurs poissons, cet anneau circulaire occupe une partie considérable de l'aorte; ce qui fait juger, que par sa contraction il pousse encore avec plus de force le sang vers toutes les parties du corps; & il semble que les soupapes, qui se trouvent en plus grand nombre dans cette partie de l'aorte, soient destinées à en empêcher le reflux.

La troisième différence se trouve dans la maniere dont le sang se mêle dans les cavitez du cœur. Dans l'homme tout le sang, qui est privé de ses parties actives, entre dans le ventricule droit, pour être porté de-là dans le poumon, où il doit recevoir toutes les préparations nécessaires, pour animer & vivifier les parties, & il est porté ensuite dans le ventricule gauche, & dans l'aorte, qui le distribuë par tout le corps.

Dans la Tortuë, à chaque circulation, un peu plus du tiers du sang passe dans le poulmon, où il reçoit toutes les préparations nécessaires à ses usages ; & le sang qui y coule, est principalement celui, qui est renfermé dans la troisième cavité, & qui est presque purement veineux : l'autre portion du sang des veines, qui est dans la première cavité, se mêle avec celui de la seconde cavité, le même qui est revenu du poulmon, & par ce mélange il est peu à peu imprégné des parties actives, dont le premier s'étoit chargé dans le poulmon, autant qu'il est nécessaire, pour les besoins de l'animal ; ainsi tout le sang, qui revient des poulmons, se mêle dans les cavitez du cœur de la Tortuë avec celui des veines : mais dans le ventricule du cœur de l'homme, il ne se fait point de semblable mélange ; & tout le sang, qui revient du poulmon, passe du ventricule gauche dans l'aorte.

Faisons encore ici quelques réflexions, pour mieux faire sentir les différences qui se rencontrent entre le cœur de la Tortuë, & celui des autres animaux dont nous avons parlé.

Trois choses établissent particulièrement cette différence : la première est la communication, qui est entre ces cavitez : la deuxième est, que l'aorte prend son origine de la cavité droite : & la troisième est, que la gauche n'a point d'arteres.

Pour bien découvrir la raison de cette différence, il faut remarquer que le corps de l'homme, & des animaux dont nous avons parlé, souffre une dissipation & une perte de substance très-considérable par toutes les fonctions, qui se font pendant la veille, & par le mouvement rapide du sang & des esprits ; & cette perte ne peut être suffisamment réparée que tout le sang, déchargé par les deux veines caves dans le ventricule droit ; ne circule par les poulmons, pour aller se rendre dans le ventricule gauche, & de-là dans l'aorte ; parce que c'est dans les poulmons que l'air communique au sang des parties si actives, & si pénétrantes, que sa chaleur, sa fluidité, & sa fermentation en dépend ; c'est par ce mélange qu'il est rendu propre à la nourriture, & qu'il peut, en circulant dans le cerveau, lui fournir ces parties vives & subtiles, qu'on nomme les esprits

animaux, & servir enfin à tous les autres usages.

Il ne faut donc pas s'étonner, si l'homme (qui a besoin d'une nourriture très-abondante, & d'une quantité prodigieuse d'esprits, pour fournir à tant de sensations si différentes, & à tous les mouvemens de la veille, qui sont si violens & d'une si longue durée) a aussi besoin que tout le sang fourni par l'une & par l'autre veine cave, circule par le p<sup>ou</sup>mon; mais il suffit à l'égard de la Tortuë, qui passe tout l'Hiver dans le repos, & dans une espèce d'engourdissement, qui peut même vivre plusieurs mois durant les plus grandes chaleurs de l'Eté, enfermée dans un vaisseau, sans prendre aucune nourriture, qui n'a que des mouvemens fort lents, & des battemens de cœur peu fréquens, & qui ne transpire presque point: il suffit, dis-je, que le tiers du sang, qui sort du cœur, soit porté dans le p<sup>ou</sup>mon, pour y recevoir les préparations nécessaires à la vie de l'animal, & que cette portion de sang se remêle avec celui, qui doit être poussé par l'aorte dans toutes les parties du corps. Dans les Grenouilles les deux veines du p<sup>ou</sup>mon se déchargent dans l'oreillette: dans les Salamandres elles se voident dans la veine cave inférieure près de son embouchure dans le cœur: ainsi dans tous ces animaux le mélange se fait, avant que le sang entre dans le cœur; mais dans les Tortuës, dans les Serpens & dans les Vipères, les deux veines du p<sup>ou</sup>mon se voident dans la seconde cavité, ainsi ce mélange se fait dans le cœur. On peut donc dire qu'il a fallu que ces cavitez eussent une communication, afin que le sang, qui revient des p<sup>ou</sup>mons, se mêlât avec celui des veines; & l'aorte a dû prendre sa naissance de la première cavité, qui est le lieu où se fait ce mélange; parce qu'elle doit distribuer le sang impregné de ces parties actives à tout le corps. Quoique les Poissons ayent beaucoup de rapport avec ces animaux, cependant la circulation s'y fait d'une manière différente, puisque le sang qui sort du cœur à chaque battement, se distribue dans les ouïes par un nombre infini de petites arteres qui couvrent les surfaces de toutes les lames dont elles sont composées, & que les veines qui rapportent ce sang, le distribuent à toutes les parties à la

maniere des arteres. La raison de cette difference est quela petite quantité d'air qui est engagée entre les parties de l'eau , & qui ne s'en sépare que difficilement & par la compression qu'elle reçoit entre les lames des ouies, doit s'appliquer à une plus grande superficie de sang pour fournir suffisamment ces particules actives aux besoins de ces animaux. On examinera plus au long dans un autre Mémoire la circulation du sang dans les Poissons en parlant de leur respiration.

Il ne reste plus qu'à voir pourquoi dans la Tortuë l'aorte est composée comme de deux troncs.

Quoique les trois cavitez du cœur de la Tortuë doivent être considérées, comme un seul ventricule, cependant il y a lieu de croire que tout le sang qui y est apporté par la veine cave, & la veine du poulmon, n'y est pas exactement mêlé: les especes de cloisons, qui distinguent ces cavitez en empêchent le parfait mélange; & le sang, qui vient du poulmon, se vidant par la contraction du cœur dans la cavité, d'où les aortes prennent leur naissance, est vrai-semblablement déterminé à remplir ces vaisseaux, & sur tout le principal tronc de l'aorte, dont l'ouverture est la plus large, & la plus exposée à la direction de ce sang vivifié; aussi voit-on que c'est elle qui le fournit à la tête, & aux autres parties supérieures, où il est besoin d'une plus grande abondance de parties actives. Mais l'artere du poulmon prenant sa naissance de la troisième cavité, qui n'a pu être remplie que du sang de la premiere cavité qui est presque tout veineux, ne porte dans ce viscere qu'un sang dépouillé des parties actives, dont il s'y doit impregner.

II. PARTIE.  
Critique du  
nouveau Sys-  
tème.

ON trouvera notre description du cœur de la Tortuë un peu differente de celle que l'Auteur du nouveau Système en a donnée au Public; & il ne conviendra pas avec nous des usages que nous attribuons aux parties que nous avons trouvées dans le cœur de cet animal; mais à l'égard de la structure, il n'y est question que des faits appuyez sur la dissection exacte que nous en avons faite; & pour les usages nous les établirons encore plus précisément, en examinant le nouveau Système.



Pour le faire de maniere qu'on ne puisse pas dire que j'en impose à son Auteur, ou sur les faits qu'il avance, ou sur les conséquences qu'il en tire, je suivrai l'examen de son Systême tel qu'il l'a fait inserer lui-même dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de l'année 1692. en ces termes.

Premièrement, il a remarqué que dans le cœur de cet animal il y a trois ventricules, l'un à droite, l'autre à gauche, & le troisième au milieu de la baze du cœur, mais plus en devant que les deux autres.

Secondement. Que le ventricule droit du cœur est separé du gauche par une cloison charnuë & spongieuse, au milieu de laquelle il y a un trou ovale, semblable à celui qui se trouve dans le Fœtus entre la veine cave & la veine du pœumon. Qu'à l'embouchure de ce trou il y a deux valvules, l'une du côté du ventricule droit, l'autre du côté du ventricule gauche, mais elles n'empêchent point que les deux ventricules ne communiquent ensemble.

Troisièmement. Que le ventricule droit a encore communication avec celui du milieu par un autre trou de quatre lignes de diametre. Il reçoit aussi la veine cave, & il donne naissance à l'aorte, & à une artere, qui tient lieu de canal de communication; que l'on trouve dans le Fœtus entre l'aorte descendante & l'artere du pœumon, mais dans la Tortuë cette artere de communication ne se réunit à l'aorte que dans le ventre.

Quatrièmement. Que le ventricule du milieu ne reçoit aucune veine, & il donne seulement naissance à l'artere du pœumon: au contraire, le ventricule gauche reçoit la veine du pœumon, & ne donne naissance à aucune artere.

Cinquièmement. Qu'ainsi le ventricule gauche du cœur n'a aucune artere, qui puisse emporter le sang qu'il reçoit de la veine du pœumon, & par conséquent il faut nécessairement que le sang qui est conduit par cette veine dans le ventricule gauche du cœur passe par le trou ovale dans le ventricule droit, malgré les deux valvules qui sont à son embouchure.

Sixièmement. Qu'il y a donc lieu de croire que dans le Fœtus une partie du sang, qui vient au ventricule gauche du cœur par la veine du pœumon, se rend aussi dans la veine cave par le trou ovale, nonobstant la valvule, qui est à l'entrée de ce trou, pour passer dans le ventricule droit du cœur, sans entrer dans le ven-

*tricule gauche. Car puisque le trou ovale de la Tortuë n'est différent de celui du Fœtus que par sa situation, & qu'il répond directement à la veine du pœumon dans l'un & dans l'autre; il y a toute sorte d'apparence qu'il a le même usage dans le Fœtus que dans la Tortuë.*

Dans le premier & le dernier article.

Cet Auteur prétend donc que le chemin, qui fait la communication de la seconde cavité du cœur de la Tortuë avec la première, peut tenir lieu du trou ovale du Fœtus, & que l'aorte que nous appellons descendante, peut tenir lieu du canal artériel.

Dans le second & le dernier article.

A l'égard de la première conformité prétendue, il est évident.

1°. Que la situation & la structure de ces deux ouvertures sont très différentes, puisque celle du cœur de la Tortuë que l'on prend pour le trou ovale, est au dedans du cœur, & n'est en effet qu'un défaut de la cloison, qui sépare les deux premières cavitez; au lieu que le trou ovale du Fœtus est entièrement hors du cœur, & placé à l'embouchure de la veine cave inférieure sur le côté droit du tronc de la veine du pœumon.

2°. Le trou ovale du Fœtus est disposé de telle manière qu'il a une valvule qui sert à l'ouvrir & à le fermer. Or cela ne se trouve point dans le chemin de communication de la Tortuë, car les deux valvules qui sont au dessus ne servent pas à ouvrir & fermer ce chemin, mais elles sont uniquement destinées à laisser passer le sang des oreillettes dans le cœur, & à en empêcher le retour, puisque ces soupapes abaissées laissent toujours entr'elles & la cloison, un passage d'une cavité à l'autre.

L'usage du trou ovale du Fœtus & celui du trou du cœur de la Tortuë, est aussi très différent.

Le trou ovale du Fœtus donne passage à la meilleure partie du sang de la veine cave inférieure au tronc de la veine du pœumon, & par là non seulement il décharge les pœumons, mais encore il fait passer le sang de la mere dans le ventricule gauche du cœur du Fœtus, pour animer & vivifier celui qui revient du pœumon, & du reste du corps, où faute de respiration il n'a pu se charger des parties actives que l'air lui doit fournir.

L'ouver-

L'ouverture de communication du cœur de la Tortuë sert à laisser passer le sang de la seconde cavité dans la première, & bien loin de décharger les pōumons, elle contribue au contraire à les remplir davantage, car plus il passe de sang dans la première cavité, plus il en entre dans la troisième, qui n'en est qu'une continuation; & comme l'artere du pōumon en prend naissance, elle en reçoit par conséquent davantage.

3°. Dans le Fœtus, ce n'est point le sang revenant du pōumon qui anime, & qui vivifie tout le reste de la masse, c'est uniquement celui de la mere, qui passe par le trou ovale.

Dans la Tortuë au contraire, le sang qui passe par l'ouverture de communication qu'on a voulu nommer trou ovale, revient des pōumons dans le cœur, & sert à vivifier tout le reste de la masse.

Cet Auteur prétend que l'un & l'autre de ces trous répondent directement à la veine du pōumon, \* mais l'expérience fait voir que dans la Tortuë, ce trou fait bien la communication de la deuxième cavité & de la première, mais qu'il ne peut avoir aucun rapport à la veine du pōumon, que par le moyen de l'oreillette gauche: cependant la soupape qui est à son entrée ne permet pas que rien de ce qui est une fois tombé dans la seconde cavité repasse dans cette oreillette.

\* Voyez la fin du dernier article.

Il a voulu donner une preuve plus convaincante des rapports qu'il prétend y avoir entre les usages de ces deux trous, \* en disant que la cavité gauche du cœur de la Tortuë n'a aucune artere, qui puisse rapporter le sang qu'elle reçoit de la veine du pōumon, & que par conséquent il faut nécessairement que celui qui est conduit par une veine dans la cavité gauche, passe par le trou de communication, & nous en demeurons d'accord: mais que ce soit malgré les deux valvules qu'on prétend être à son embouchure, il n'y a pas d'apparence, puisqu'elles sont alors soulevées, autant qu'elles le peuvent être par le sang, que le cœur pousse de bas en haut, & qu'il exprime dans les arteres; & qu'ainsi elles laissent le passage libre, au lieu que la soupape du trou ovale du Fœtus permet bien au sang de passer sa-

\* Voyez le 5. article.

cilement de la veine cave inférieure dans la veine du p<sup>ou</sup>mon , mais elle l'empêche absolument de revenir.

Il reste à présent à examiner , si dans la Tortuë , la branche gauche de l'aorte , que j'appelle descendante , peut servir au même usage que le canal arteriel du Fœtus.

On prétend qu'elle n'en est differente que parce qu'elle ne se réunit à la branche droite de l'aorte que dans le ventre , mais il est aisé de faire voir que la structure & l'usage du canal arteriel du Fœtus sont entierement differens de ceux de cette artere.

Car 1°. Dans le Fœtus le canal arteriel tire son origine de l'artere du p<sup>ou</sup>mon , & s'ouvre dans l'aorte descendante.

Dans la Tortuë , ce prétendu canal de communication sort de la premiere cavité du cœur , & n'a aucune communication , ni avec le tronc , ni avec les branches de l'artere du p<sup>ou</sup>mon.

2°. Le canal arteriel du Fœtus sert à décharger les p<sup>ou</sup>mons , en faisant passer la meilleure partie du sang de l'artere du p<sup>ou</sup>mon dans l'aorte descendante.

La branche gauche de l'aorte qu'on veut comparer à ce canal reçoit le sang qu'elle contient de la premiere cavité du cœur , & elle le distribue principalement aux parties destinées à la nourriture , ce qui ne contribue par conséquent en rien à décharger les p<sup>ou</sup>mons : Il faut donc considerer les deux branches de l'aorte descendante de la Tortuë comme deux rivières qui sortent de la même source , & dont la gauche après avoir fourni du sang aux parties de la nourriture , s'unit à la branche droite , pour ne faire plus qu'un seul canal , qui la distribue aussi aux autres parties du bas ventre. Toute la ressemblance est donc fondée sur la communication qui est entre ces deux branches , mais elle n'est d'aucune utilité pour établir cette comparaison. Enfin cette branche de communication se trouve dans les Grenouilles , dans les Salamandres , & dans plusieurs autres animaux , dont le cœur n'a qu'un ventricule , & qu'une aorte ; & à l'égard desquels par conséquent on ne doit pas faire cette comparaison.

Il est difficile de comprendre qu'un Anatomiste éclairé ,

qui a prétendu nous donner une description exacte du cœur de la Tortuë sur laquelle il vouloit fonder ce Systême, ait pu oublier de faire mention de ses oreillettes, qu'il ait crû ou voulu faire croire que les valvules qui sont à leur embouchure fussent placées inutilement au trou de communication, l'une du côté du ventricule droit, & l'autre du côté du ventricule gauche, & qu'elles n'empêchassent pas la communication réciproque des deux ventricules.

Il est pourtant constant que ces valvules n'ont aucun rapport à ce trou ni aux cavitez du cœur, ainsi il ne faut pas être surpris qu'elles n'empêchent pas le sang de passer d'une cavité à l'autre; mais au tems de la contraction du cœur ces valvules étant soulevées, elles ferment exactement au même sang l'entrée dans les oreillettes.

Pour donner dans le sentiment de l'Auteur du Systême, il faudroit avoir mauvaise opinion de la nature, & croire que contre toutes les règles de sa sage œconomie elle a fabriqué deux valvules inutiles, & qui ne font nulle fonction dans l'endroit où elle les a placées; mais comment se feroit elle oubliée en cette occasion, elle qui se sert de ces petites machines en tant de manieres, & qui par leur moyen facilite avec tant d'avantage la distribution des liqueurs dans le corps des animaux?

Cette premiere erreur sur l'inutilité des deux valvules a jetté M. M. dans une autre: il a raisonné de la valvule du trou ovale comme des deux valvules du trou de la Tortuë, & après s'être persuadé que les unes pouvoient être forcées, il n'a pas fait difficulté de supposer que l'autre le pouvoit être aussi; conséquence aussi fausse que le principe d'où il l'a tirée: car enfin il est évident que les valvules des oreillettes du cœur de la Tortuë, qui laissent au sang l'entrée libre dans le cœur, empêchent son retour; comme il est constant que la valvule du trou ovale du Fœtus est située d'une maniere à donner libre passage au sang de la veine cave dans l'oreillette gauche du cœur, & à le lui fermer au retour.

Ce qui a été pour l'Auteur du Systême une troisième

source d'erreur , c'est l'équivoque qu'il a faite lorsqu'il a donné le nom de ventricules aux cavitez du cœur de la Tortuë , que j'ai crû ne devoir distinguer que par les noms de premiere, seconde & troisiéme cavité ; mais puisqu'il demeure d'accord que ces prétendus ventricules communiquent entr'eux , il n'a dû les regarder que comme un seul , & non pas en raisonner comme de trois ventricules differents , aussi distincts & séparez entr'eux que le sont les deux du cœur de l'homme. Ces trois cavitez du cœur de la Tortuë ne sont en effet qu'un seul ventricule peu different de celui du cœur des Poissons & des Grenouilles ; & les trois arteres qui répondent à ces trois cavitez n'ont ensemble dans la Tortuë que la même fonction qu'a l'aorte du cœur dans ces autres animaux , qui est de distribuer le sang en même temps , & au poumon & à toutes les autres parties du corps.

Pour se former une idée distincte de ce Fait , il n'y a qu'à considérer que le cœur de la Tortuë est à cet animal , ce qu'est à l'homme le ventricule gauche : il y a cette différence , qu'au lieu que dans l'homme le sang du ventricule gauche se distribue à toutes les parties du corps , à la réserve du poumon : dans la Tortuë les veines caves & les veines du poumon se déchargent dans cet unique ventricule , & le sang s'y étant mêlé se distribue par l'aorte dans les poumons , & dans toutes les autres parties du corps de l'animal. Je dis par l'aorte , parce que nous devons regarder les trois arteres qui sortent du cœur de la Tortuë comme si elles n'en faisoient qu'une ; puisqu'elles sortent de la même source , c'est à-dire du même ventricule : & comme dans les Grenouilles , les Salamandres , &c. les arteres des poumons sont des branches de l'aorte ; il en est à peu près de même dans les Tortuës avec cette difference , que dans la Tortuë & dans la Vipere cette artere puise son sang immédiatement dans le cœur , & que dans les Grenouilles elle le puise dans l'aorte. Pour n'être pas embarrassé par l'idée des cavitez du cœur de la Tortuë , & des trois arteres qui en sortent , on peut repasser sur tout ce que j'ai déjà

expliqué touchant les usages de ces parties dans la Tortuë.

Il est facile de voir par tout ce que nous venons de dire que l'Auteur du Systême se fatigue bien inutilement pour trouver dans le cœur de ces animaux un trou ovale & un canal de communication. Il s'en seroit épargné la peine , s'il avoit voulu considérer que ces conduits ne sont nécessaires qu'au Fœtus humain, & à ceux des animaux dont le cœur a du rapport à celui de l'homme. Il auroit vû la différence qu'il y a de la circulation qui se fait dans le Fœtus à celle qui se fait dans la Tortuë , & qu'il n'y avoit nulle comparaison à faire entre deux manieres de circuler si opposées. Dans l'homme le sang rapporté par l'une & l'autre veine cave , est obligé de circuler tout entier par le pœumon , comme nous l'avons fait voir ; & c'est une des raisons pour lesquelles le cœur de l'homme a dû avoir deux ventricules, & les pœumons être placez entre-deux.

Mais à l'égard du Fœtus humain qui ne respire point, tant qu'il est dans le sein de la mere , si le sang fourni par les deux veines caves alloit circuler par le pœumon , il l'exposeroit à des accidens mortels ; il a donc fallu que la nature pourvût à la décharge des pœumons par des routes particulieres , & c'est ce qu'elle a fait au moyen du trou ovale, & du canal arteriel. Elle n'a pas eu besoin de ces précautions dans les Tortuës & dans les Viperes , soit avant , soit après leur naissance , parce que tout le sang , rapporté par les veines caves de ces animaux , ne circule pas par les pœumons : la petite portion de sang qui suffit à ces parties , leur est portée par quelques branches de l'aorte , qui fournit le sang à tout le corps. La nature auroit donc inutilement pourvû les Tortuës , les Viperes & les Grenouilles de canaux de décharge pour les pœumons.

Si l'Auteur du Systême avoit voulu recourir en cette occasion à la méthode qui a tant contribué à éclaircir la structure & l'usage des parties du corps de l'homme , je veux dire à l'Anatomie comparée ; s'il s'étoit donné la peine d'examiner le cœur & les parties de la respiration dans les Grenouilles , dans les Viperes , & dans les Poissons ; je

suis sûr qu'il ne se seroit pas pû tromper sur le véritable usage du trou ovale du Fœtus.

Il auroit vû dans tous ces animaux que la partie du sang impregné des particules actives de l'air se remêle incessamment avec le sang qui entre dans le cœur, ou qui y est déjà entré, pour l'animer & le vivifier, & qu'étant ainsi mêlé il est distribué ensuite par l'aorte dans toutes les parties du corps.

Le tempérament du Fœtus dans le sein de la mere n'est guères différent de celui de ces animaux, parce que faute de respiration, son poux est lent & foible, sa chaleur douce & tempérée, son sang mucilagineux, de même que les autres liqueurs contenues dans ses vaisseaux: il a peu de mouvemens, peu de sensations, il est dans une espèce de sommeil, dans un repos, où tout conspire à lui donner un prompt accroissement.

Dans cet état une petite quantité de parties actives d'air suffit à animer & vivifier son sang, de même que dans la Tortuë & dans les autres animaux de ce genre; & comme il ne peut pas recevoir ces parties d'air par sa propre respiration, il faut qu'il en emprunte de la respiration de la mere.

Ces parties actives d'air lui sont portées avec les sucs nourriciers qu'elle lui fournit: elles doivent par conséquent pénétrer & animer ce sang qui est porté dans le cœur, & qui doit être distribué sans cesse à toutes les parties.

C'est à quoi sont destinez le ventricule gauche & l'aorte. Il a donc fallu prolonger la veine ombilicale jusqu'à l'entrée de ce ventricule; ce qui s'est fait par le moyen du conduit veineux & du trou ovale.

L'Auteur du Système convient que le prétendu trou ovale de la Tortuë n'est fait que pour donner moyen au sang qui revient du pœumon, de prendre le chemin de l'aorte; pourquoi veut-il donc abandonner ce sentiment, quand il est question de la circulation du sang dans le Fœtus? Toute l'œconomie & la structure des parties du cœur & de la respiration l'invitoient à le suivre. Car enfin y a-t-il lieu de douter que le sang qui revient du pœumon de la me-



re, & qui est contenu dans la veine ombilicale, ne doit aussi prendre le chemin de l'aorte par la voye la plus prompte & la plus courte, c'est-à-dire, par le conduit veineux & le trou ovale?

Je ne sçai pas si l'Auteur du nouveau Systeme se rendra à des raisons qui me paroissent si évidentes, mais je puis bien me promettre que tout le penchant qu'on a à se laisser prévenir pour les nouvelles découvertes, n'engagera personne à suivre son sentiment; sur tout quand on verra que pour l'établir il faut qu'il donne au trou de communication de la Tortuë deux valvules qui ne lui appartiennent point; qu'il ôte au trou ovale du Fœtus la valvule qui lui appartient; qu'il ruine entierement l'usage de celles du cœur appellées triglochines, en soutenant que la force mouvante des oreillettes jointe à celle des ventricules contribué à pousser le sang dans les arteres; qu'il détruise absolument l'unique moyen que l'on a pour juger de la force d'un muscle, en soutenant que le ventricule droit est aussi fort que le ventricule gauche, quoyqu'il soit constant que les parois de ce dernier, pour être composées d'un beaucoup plus grand nombre de fibres, sont beaucoup plus épaisses, & ont par conséquent beaucoup plus de force.

Personne en un mot ne pourra convenir de la solidité d'un Systeme qu'il faut appuyer sans cesse sur des principes ou faux, ou dont on tire de fausses consequences, parce que dans leur application on n'en compare point en même-temps toutes les circonstances, comme il arrive lors qu'examinant les capacitez des vaisseaux, on en tire des conclusions sans avoir égard ni aux forces, ni aux résistances, & lors qu'y supposant faussement égalité de forces ou de résistances, on en tire des conclusions, sans avoir égard à la capacité des vaisseaux. Mais tout ce détail appartient au Traité de la Circulation du sang dans le Fœtus, que je me propose de donner incessamment au Public.

## EXPLICATION DES FIGURES

## DU COEUR DE LA TORTUE.

## I. FIGURE.

**E**lle represente le cœur renfermé dans son pericarde, & elle sert uniquement à faire voir la grande capacité du pericarde par rapport au volume du cœur. Tout ce qui paroît au travers sera expliqué dans la figure suivante.

## II. FIGURE.

Elle represente le cœur, ses oreillettes & ses vaisseaux ; dans leur grandeur naturelle ; & on y a joint une portion de la Trachée artère & des branches par rapport aux artères & aux veines du poulmon.

*A.* Le grand réservoir formé par le concours des veines suivantes.

*B.* La veine cave inférieure.

*C.* L'axillaire droite.

*D.* La jugulaire du même côté.

*E.* Une veine qui rapporte le sang de la partie gauche du foye.

*F.* L'axillaire gauche.

*G.* La jugulaire du même côté.

*H. H.* Deux veines qui sortent des deux petits lobes mitoyens.

*I.* Le cœur.

*K.* L'oreillette droite.

*L.* La gauche.

*M.* L'artère du poulmon.

*N.* La branche gauche de l'aorte descendante ; derriere ces deux vaisseaux est caché celui que j'appelle tronc principal de l'aorte.

*O.* La croisse de la branche droite de l'aorte descendante.

*P.* La branche qui monte un peu avant qu'elle fasse croisse , elle se partage de chaque côté en deux autres qui sont.

*Q.* L'axillaire droite.

L'axillaire

R. La carotide du même côté.

S. L'axillaire gauche.

T. La carotide du même côté.

b. b. Deux petites arteres qui sortent des carotides , & qui se distribuent à une glande qui occupe l'intervale qu'elles laissent entr'elles.

V. La branche droite de l'aorte descendante , qui après avoir fait croisse descend dans le bas ventre pour s'unir à l'aorte du côté gauche.

X. La croisse gauche de l'aorte descendante.

Y. Le même vaisseau qui étant descendu au-dessous du ventricule jette.

d. La branche qui sert de coeliaque , &

e. Celle qui sert de mesenterique.

Z. L'endroit où les deux branches de l'aorte descendante se réunissent.

2. L'endroit où se partage l'artere du poulmon.

3. La croisse droite de ce vaisseau qui passe derriere les deux troncs de l'aorte , & qui est enfermée sous la croisse de l'aorte descendante.

4. Le même vaisseau qui descend au côté extérieur de la bronche pour s'implanter en e. dans le poulmon.

5. La croisse gauche de l'artere du poulmon placée sous la branche gauche de l'aorte descendante.

6. Le même vaisseau qui descend au poulmon gauche.

7. 7. Les veines du poulmon qui remontent au côté intérieur des bronches.

### III. FIGURE.

Elle represente le cœur d'une petite Tortuë de terre dans sa grandeur naturelle pour faire voir trois choses qui ne se trouvent point dans celui de la grande Tortuë. Les deux premieres sont dans cette figure , & on en a mis une petite à côté qui contient la troisiéme particularité.

A. Le cœur.

B. B. Ses oreillettes.

C. C. Les arteres avec leurs croisses.

D. Un anneau de fibres charnuës qui embrasse ces arteres à leur sortie du cœur.

*E.* un ligament qui part de la pointe du cœur & qui l'attache au fond du pericarde.

*F.* Une petite glande placée entre les carotides.

La petite figure qui est à côté représente les deux oreillettes coupées de haut en bas , pour faire voir l'embouchure de chaque réservoir avec leurs valvules.

*A.* Le cœur.

*B. B.* Les oreillettes ouvertes.

*C. C.* Les valvules qui sont à l'embouchure du grand réservoir.

*D.* La valvule en forme de croissant , qui est à l'embouchure du petit réservoir , & laquelle est la troisième particularité contenue dans la petite Tortue de terre.

*E.* La Cloison qui separe les oreillettes.

#### IV. FIGURE.

Elle représente les réservoirs , les veines qui les composent : Elle représente aussi les arteres , le tout vu par l'écaille de dessus , c'est-à-dire l'animal marchant.

*A.* L'oreillette droite.

*B.* La gauche.

*C.* Le grand réservoir.

*D.* La veine cave inferieure.

*E.* L'axillaire droite.

*F.* La veine qui rapporte le sang de la partie gauche du foye.

*G.* L'axillaire gauche.

*H.* L'endroit où le grand réservoir s'implante dans l'oreillette droite.

*I. I.* Les deux veines du poulmon.

*K.* Leur réservoir.

*L.* Le lieu où il s'implante dans l'oreillette gauche.

*M.* Le tronc principal de l'aorte qui n'a point paru dans les figures precedentes , qui représente l'animal renversé , parce qu'il est alors caché par les deux autres arteres.

Le reste de la distribution de ces vaisseaux a été décrit dans la seconde figure.

#### V. FIGURE.

Elle représente encore le grand & le petit réservoir.

*A.* Le grand reservoir.

*B.* Son union avec l'oreillette droite.

*C.* L'embouchure du petit reservoir ouverte.

VI. FIGURE.

Elle represente le grand reservoir, à nû & on n'y voit rien de nouveau que,

*A.* La forme de son embouchure, &

*B.* L'infertion de la veine coronaire.

VII. FIGURE.

Elle represente le même reservoir ouvert pour faire voir les fibres charnuës dont il est interieurement tapissé.

VIII. FIGURE.

Elle represente le petit reservoir formé par le concours des veines du pöümon, & son embouchure.

IX. FIGURE.

Elle represente les trois arteres dont on a déjà fait la description, coupées à la baze du cœur pour faire voir leur naissance & leur liaison.

*A.* Le principal tronc de l'aorte.

*B.* La branche gauche de l'aorte descendante.

*C.* L'artere du pöümon.

X. FIGURE.

Elle represente le cœur renversé sur les oreillettes pour faire voir la distribution de la veine coronaire.

*A.* Le cœur.

*B. B.* Ses oreillettes.

*C.* Le tronc de la veine coronaire.

*D.* Son infertion dans le grand reservoir.

*E. E.* Ses ramifications.

XI. FIGURE.

Elle represente le cœur dont les trois arteres sont coupées à leur naissance, avec ses oreillettes gonflées; elle sert principalement à faire voir comme chaque oreillette en se rétrécissant fait une espece de canal qui s'abouche avec les cavitez du cœur. Elle decouvre aussi la naissance de l'artere coronaire.

*A.* Le cœur.

*B. B. B.* Ses trois arteres coupées.

*C. C.* Les oreillettes gonflées.

*D. D.* L'endroit où elles se rétrécissent , & où elles font canal.

*E.* La naissance de l'artere coronaire qui sort du principal tronc de l'aorte descendante immédiatement sur la baze du cœur.

## XII. FIGURE.

Elle represente le cœur dans la même vûë, la trace des oreillettes , & l'ouverture de leurs insertions dans le cœur , avec la cloïson qui est couchée , parce que se presentant de front , on ne la voit presque pas.

## XIII. FIGURE.

Elle represente les oreillettes dont on a enlevé une partie pour faire voir leur tissu interieur , la cloïson qui les separe , & la valvule qui est à l'embouchure du grand reservoir. Elle represente aussi le cœur dont on a enlevé trois pièces , l'une au côté droit , pour faire voir la troisième cavité & son trou de communication avec la premiere ; l'autre au côté gauche pour découvrir la seconde cavité. On voit en même-tems par ces deux coupes la differente épaisseur des parois de ces mêmes cavitez : la troisième piece est enlevée de la baze du cœur pour découvrir autant qu'il est possible la situation des valvules des oreillettes , les fibres charnuës qui les composent , & l'attache de leur cloïson au milieu de ces valvules.

*A.* L'oreillette droite.

*B. B.* Les deux valvules en forme de paupieres qui sont à l'embouchure du grand reservoir. On les voit plus distinctement au dessus de cette figure , à l'endroit marqué *B B.*

*C.* La cloïson qui separe les oreillettes.

*D.* L'embouchure du petit reservoir.

*E.* Le cœur.

*F.* La troisième cavité.

*G.* Son trou de communication avec la premiere.

*H.* La seconde cavité.

*I. I.* Les deux valvules des oreillettes : on les voit encore plus facilement à côté de cette figure sous les mêmes lettres.

## XIV. FIGURE.

Elle represente la troisième cavité du cœur , & l'artere

du pœumon dont on a enlevé une moitié depuis sa naissance jusqu'à l'endroit de son partage.

*A.* Le cœur.

*B.* La troisième cavité ouverte.

*C.* L'artere du pœumon qui s'abouche immédiatement dans cette cavité.

*D.* Une des deux soupapes sygmoïdes qui sont à son embouchure. On les peut mieux voir aux figures 15. & 16. sous les mêmes lettres. Dans la quinzième l'une de ces valvules est rangée à côté, & dans la seizième elles sont toutes deux dans leur situation; & gonflées.

#### XVII. FIGURE

Elle represente le cœur vû par l'écaille de dessus, & ouvert de telle maniere que l'on voit sous sa baze les deux valvules qui sont aux embouchures des oreillettes, & une petite partie de ces mêmes embouchures. On y decouvre aussi les orifices des deux troncs de l'aorte, & un peu à côté, & au-dessus le trou de communication de la premiere cavité avec la troisième. On y voit enfin la premiere & la seconde cavité du cœur dans toute leur étendue, & le passage de communication de l'une à l'autre.

*A. A. A. A.* Les parois du cœur qui ont été séparées.

*B. B.* Les deux valvules des oreillettes.

*C. C.* Une partie de leurs embouchures qui paroît sous ces valvules.

*D.* L'orifice du principal tronc de l'aorte.

*E.* Celui de la branche gauche de l'aorte descendante.

*F.* Le trou de communication de la premiere cavité avec la troisième, lequel est tout-à-fait sur le côté droit.

*G.* La premiere cavité.

*H.* La seconde.

*I. I. I. I.* Les piliers de chair qui en s'élevant font une espee de cloison & qui ont été séparés de la partie du cœur qui est au-dessus.

*K. K.* Le passage de communication.

*L.* Le Cartilage qui est attaché à l'embouchure des arteres. On l'a dépouillé d'une portion de la membrane qui le recouvre, & on n'en voit qu'une partie.

Au côté droit de cette figure, il y en a deux autres, dont l'une fait voir les deux valvules des oreillettes en particulier marquées *B. B.* La seconde représente les mêmes valvules avec les embouchures des oreillettes & celles des deux aortes, comme aussi le Cartilage en partie dépouillé & sa membrane renversée.

**C**omme l'impression du Discours a précédé les desseins des figures, & qu'il a fallu s'accommoder aux renvois imprimez, on s'est vu quelquefois obligé de mettre le même chiffre pour marquer deux figures différentes, qui ne servent toutefois qu'à mieux faire connoître les mêmes parties sous differens aspects.

## I. FIGURE.

## DE LA GRENOUILLE.

- A.* Le réservoir.
- B.* La veine cave inférieure.
- C. C.* Les veines qui rapportent du foye.
- D. D.* Les axillaires.
- E.* La veine coronaire.
- F.* L'embouchure du réservoir dans l'oreillette.

## II. FIGURE.

Elle représente l'embouchure du réservoir dans l'oreillette.

- A* Le réservoir.
- B.* Son embouchure.
- C. C.* Deux valvules en forme de paupières.

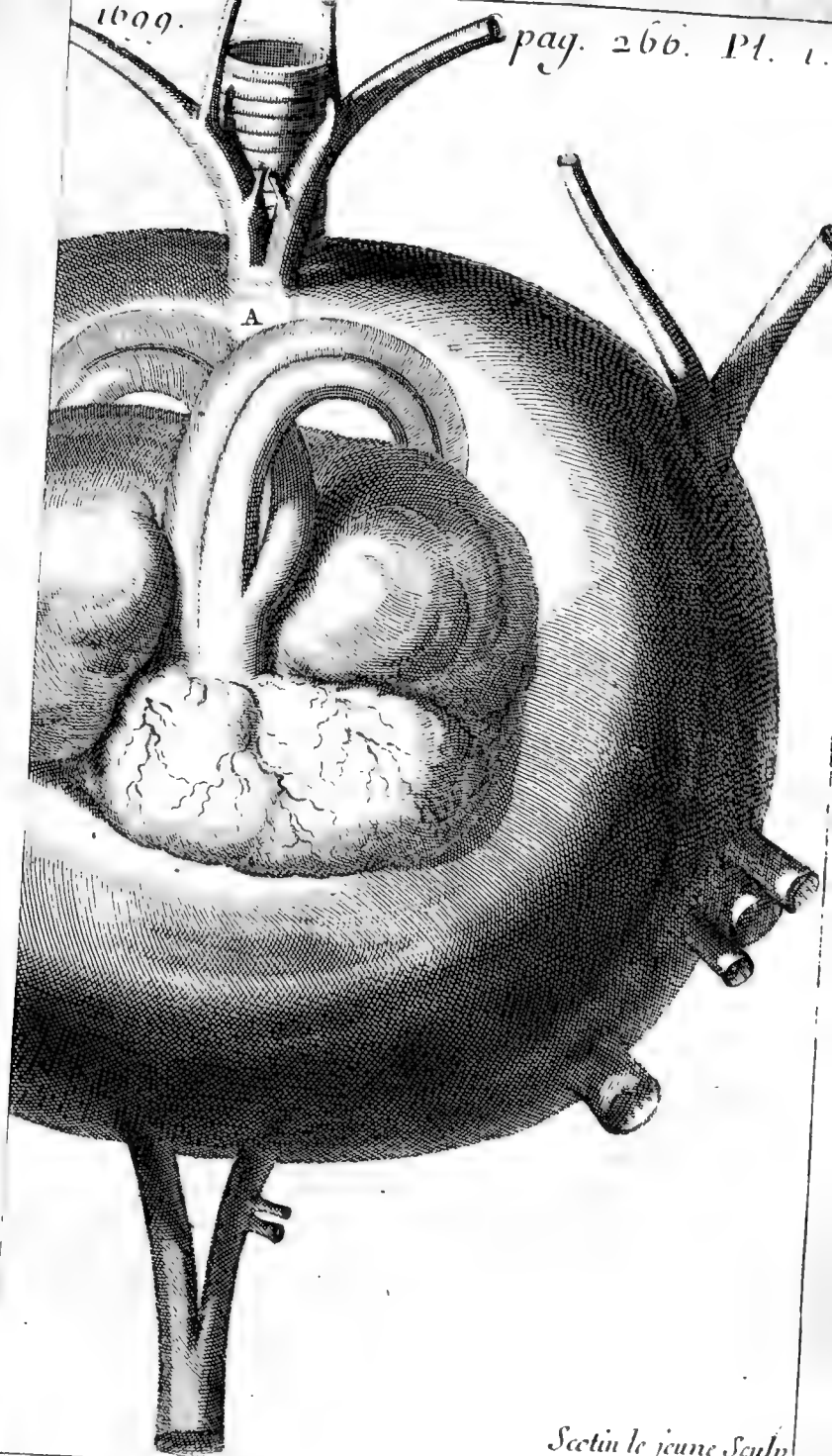
## III. FIGURE.

- A.* Le réservoir vu du côté de l'épine.
- B. B.* Les veines du poutmon,
- C.* Leur tronc.
- D.* Son embouchure dans l'oreillette.
- E.* L'oreillette.

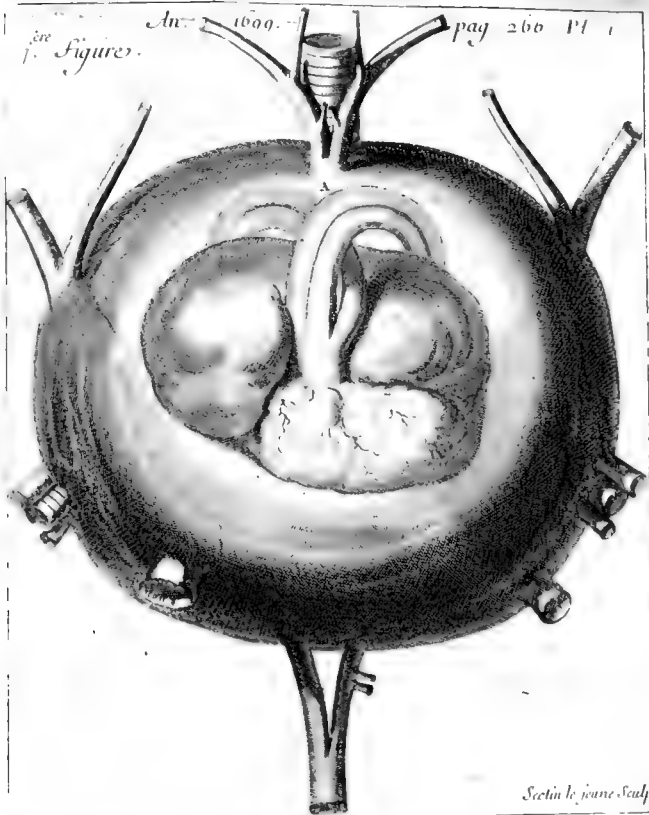
## III. FIGURE.

Elle représente aussi les mêmes parties vûes du côté du ventre avec l'oreillette dont une moitié est coupée de haut en bas.

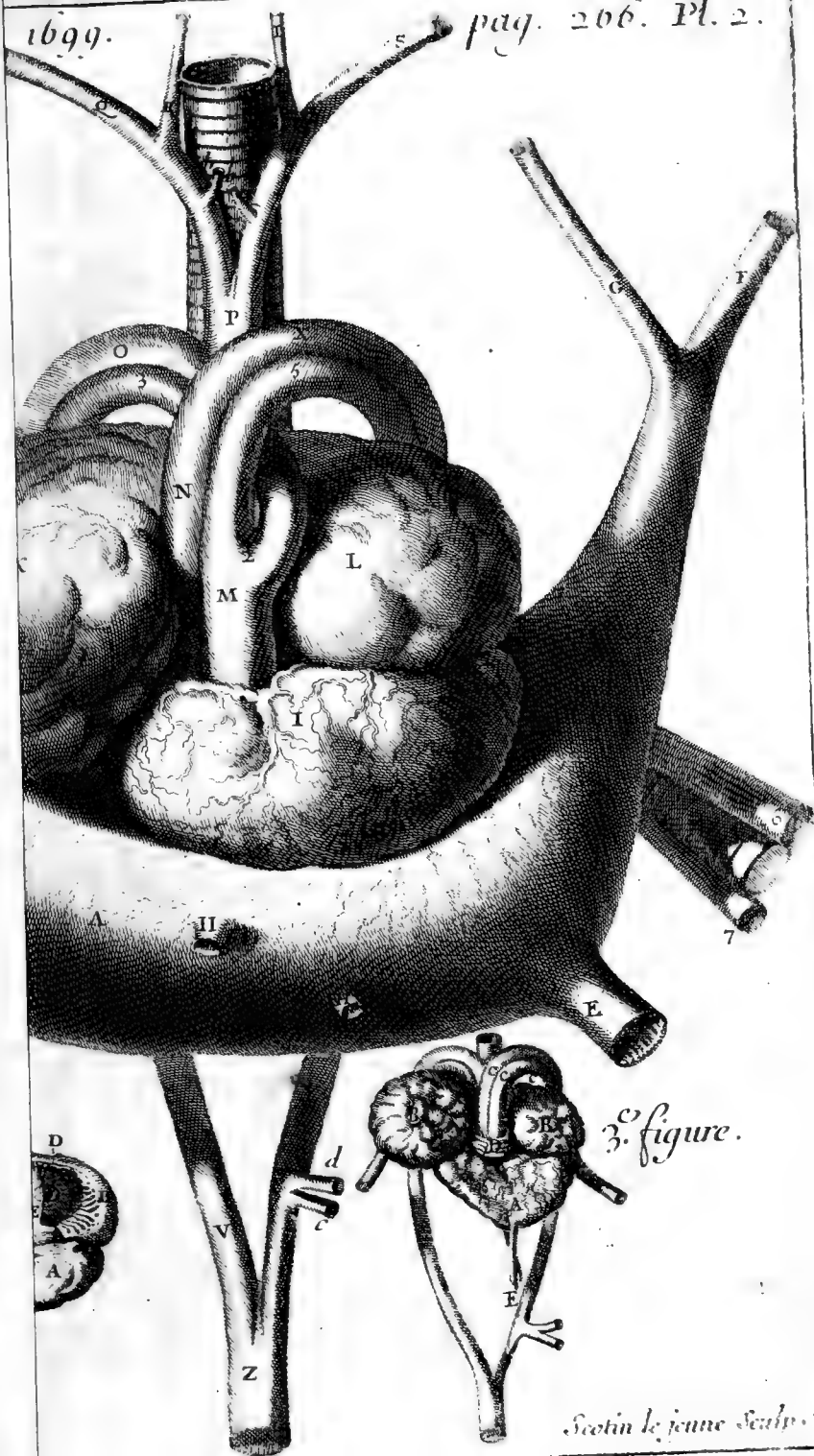




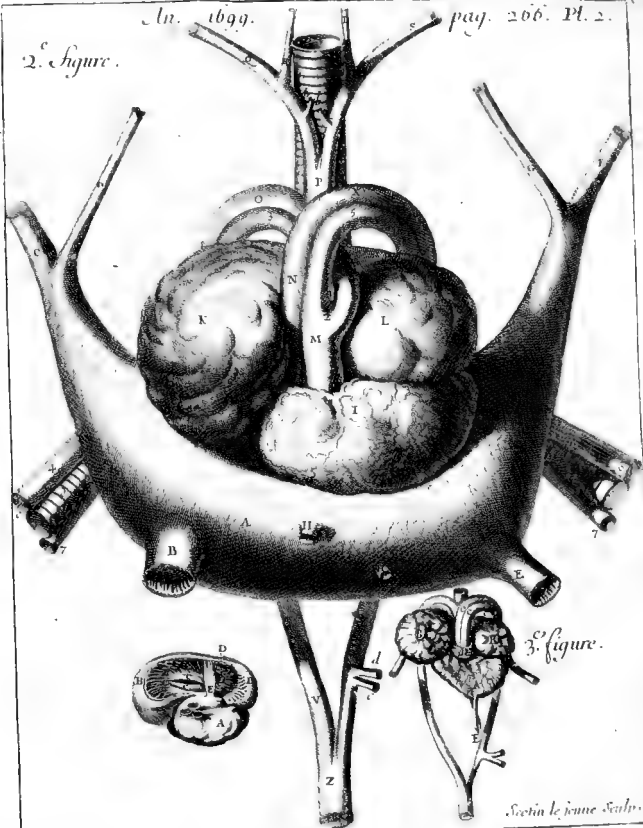
An. 1609. pag 266 Pl. 1  
1<sup>re</sup> Figure.



Sectin le jeune Sculp.

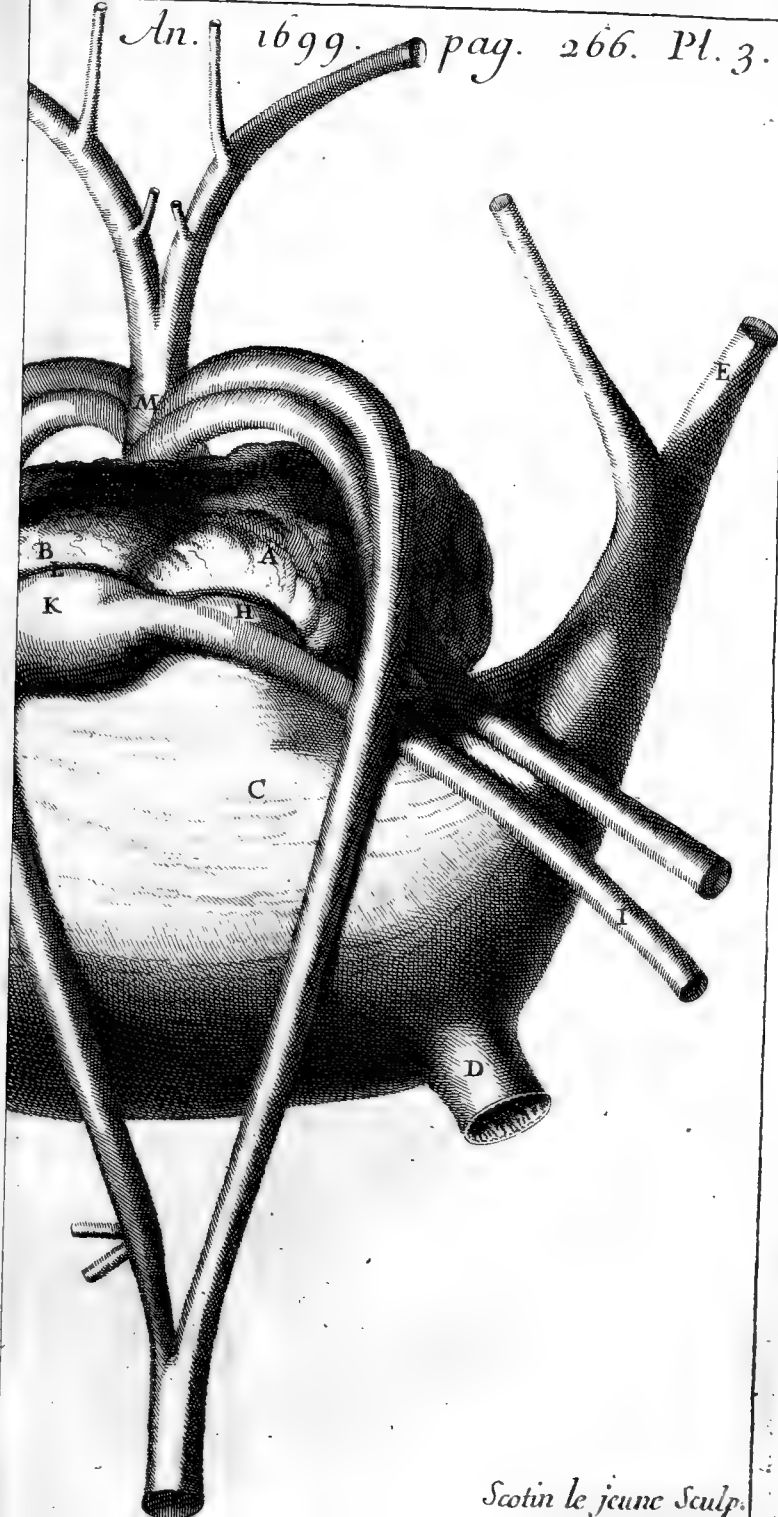


2.<sup>e</sup> figure.



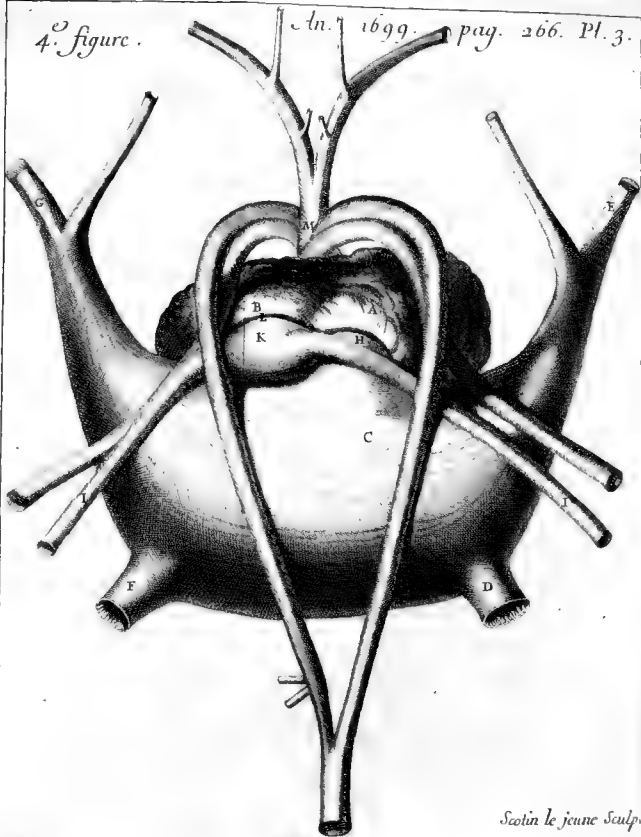
3.<sup>e</sup> figure.

Section le jeune Scab.

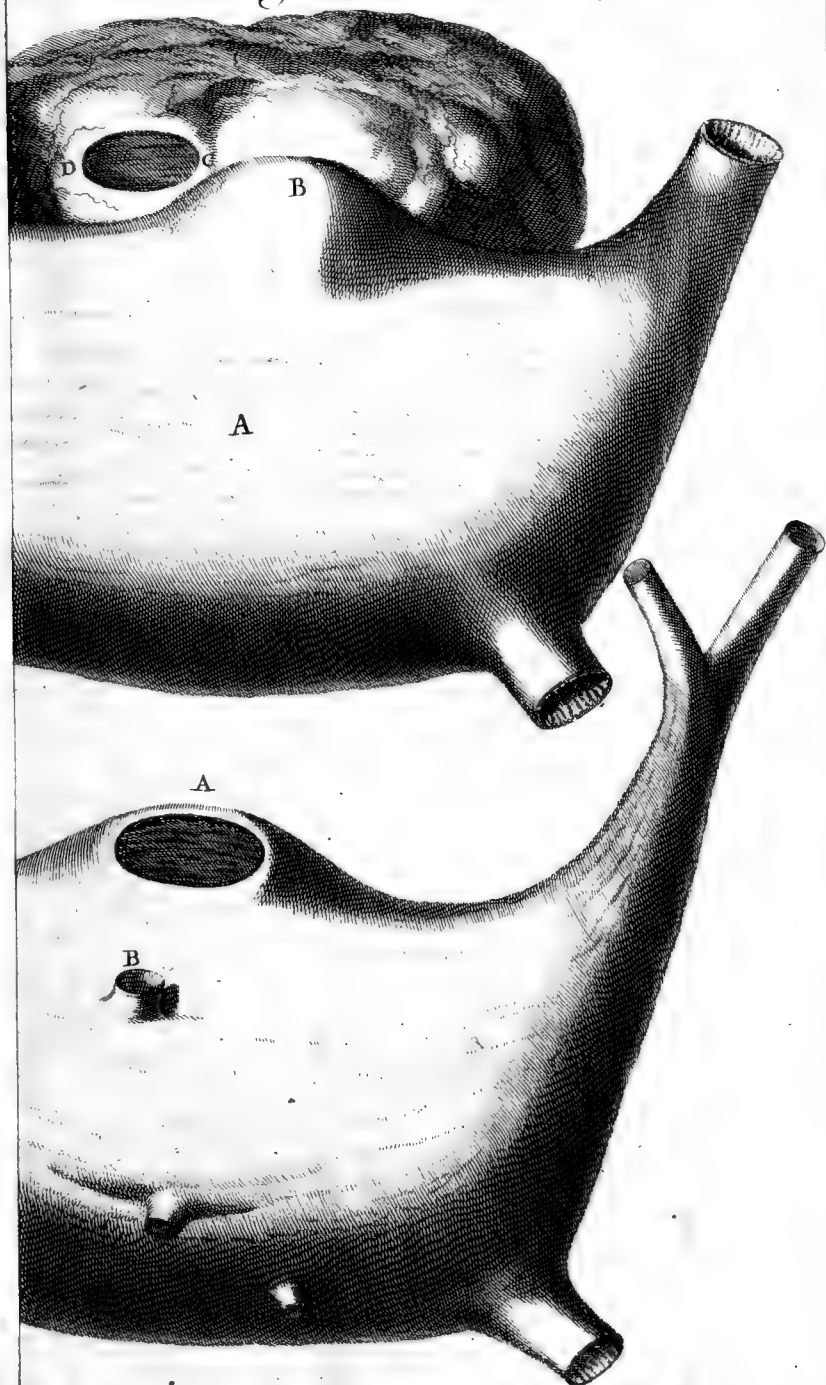


4.<sup>e</sup> figure.

An. 1699. pag. 266. Pl. 3.

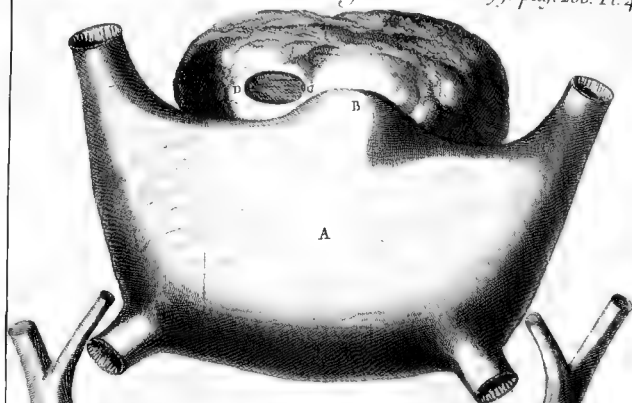


Scolin le jeune Sculp.

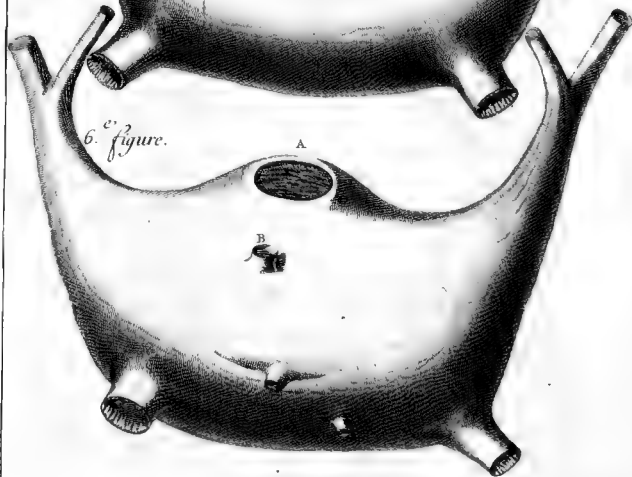


5.<sup>e</sup> Figure.

An. 1699. pag. 266. Pl. 4



6.<sup>e</sup> Figure.

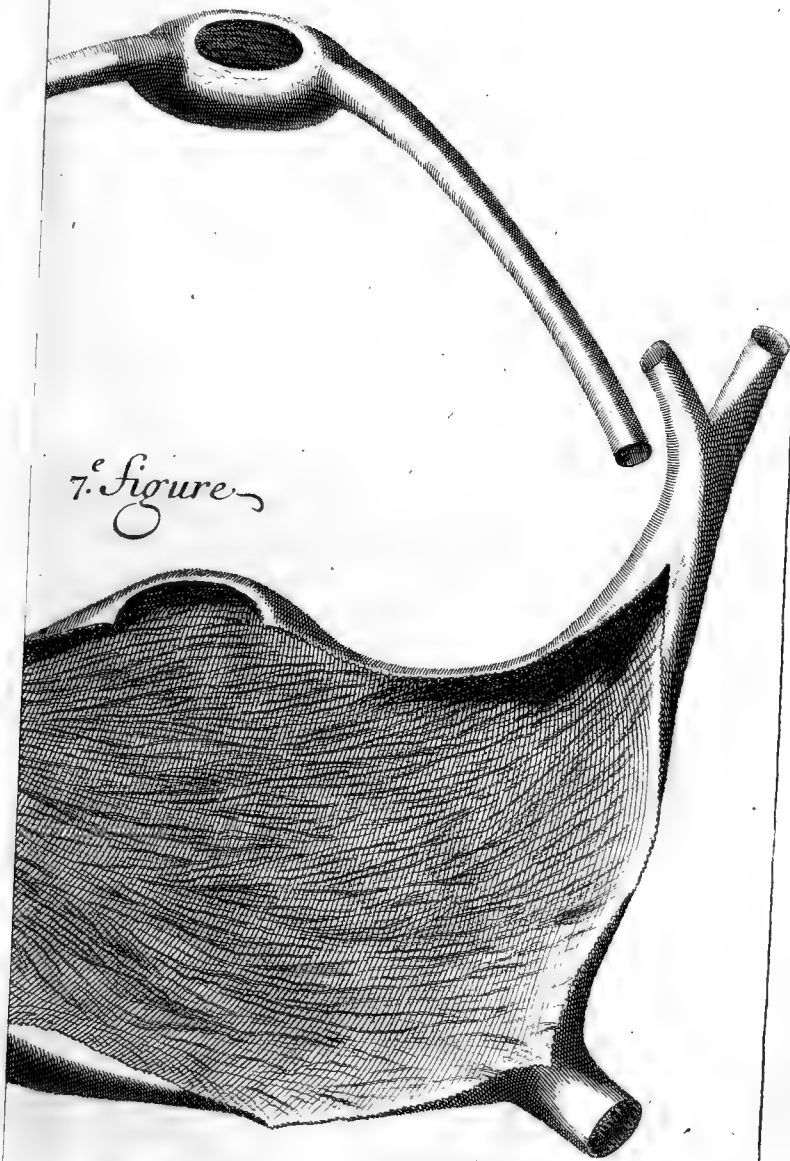


Scotin le jeune Sculp.



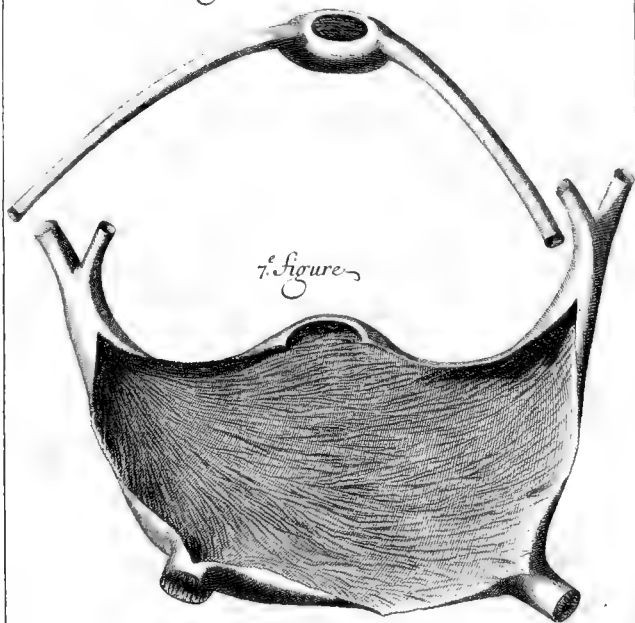
re

7.<sup>e</sup> Figure

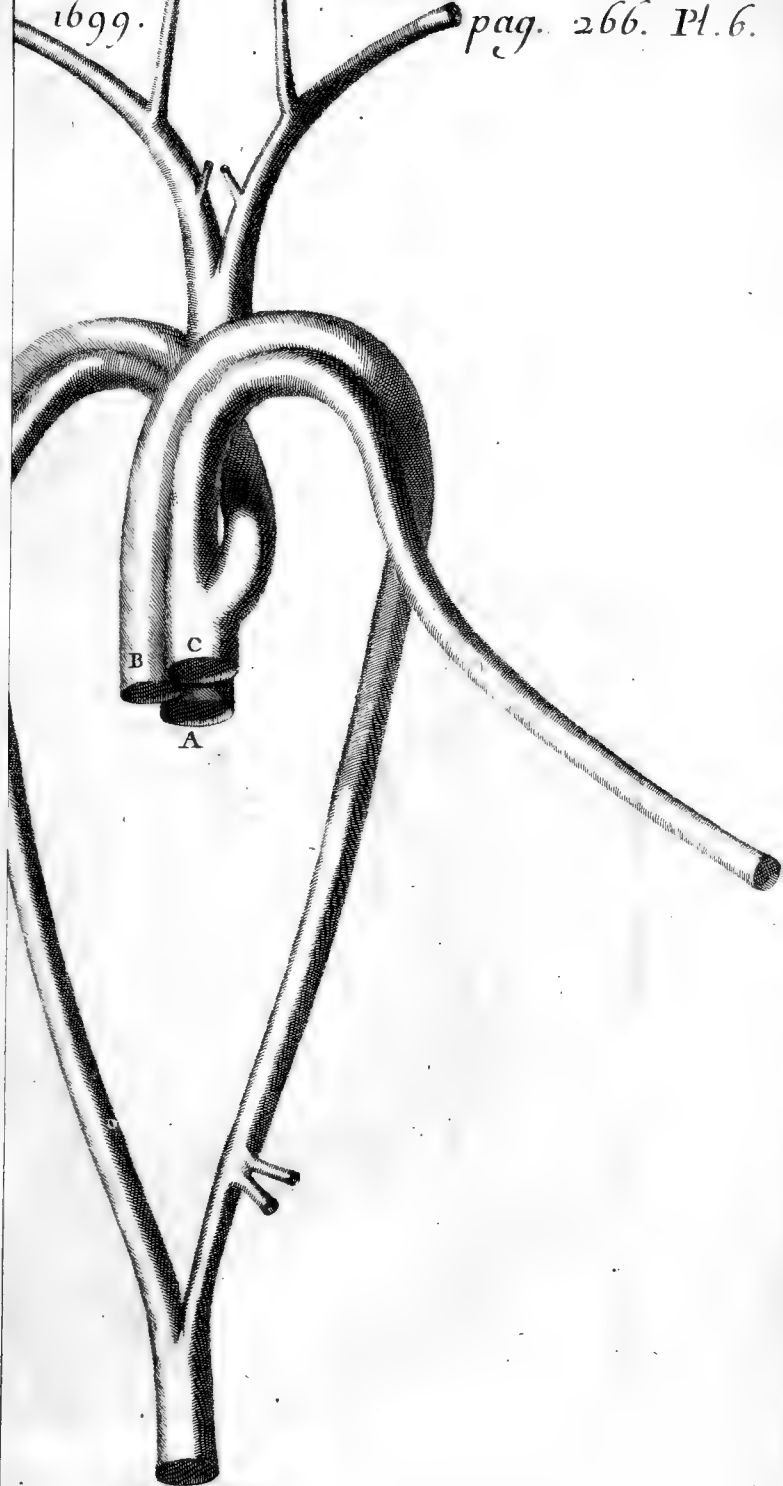


Sectin le jeune Sculp.

8.<sup>e</sup> figure



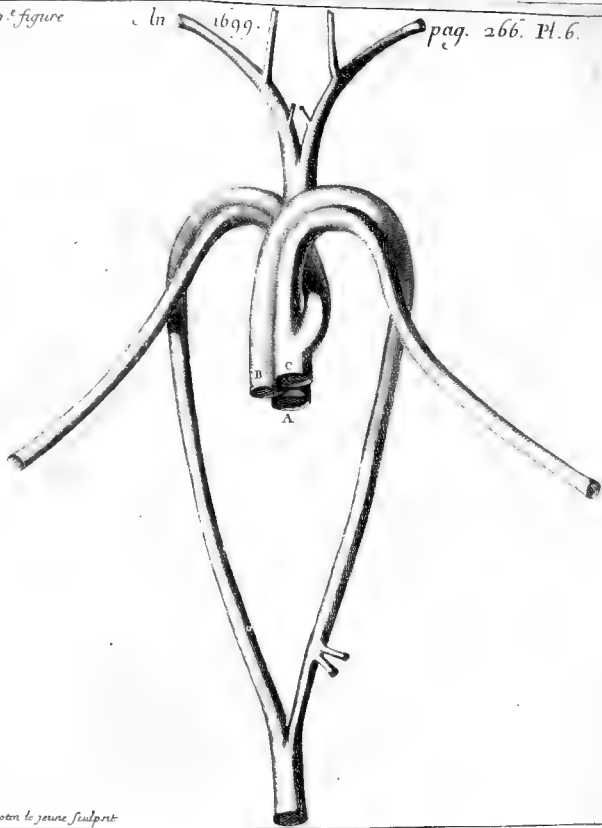
Section le jeune Sculp.



9.<sup>e</sup> figure

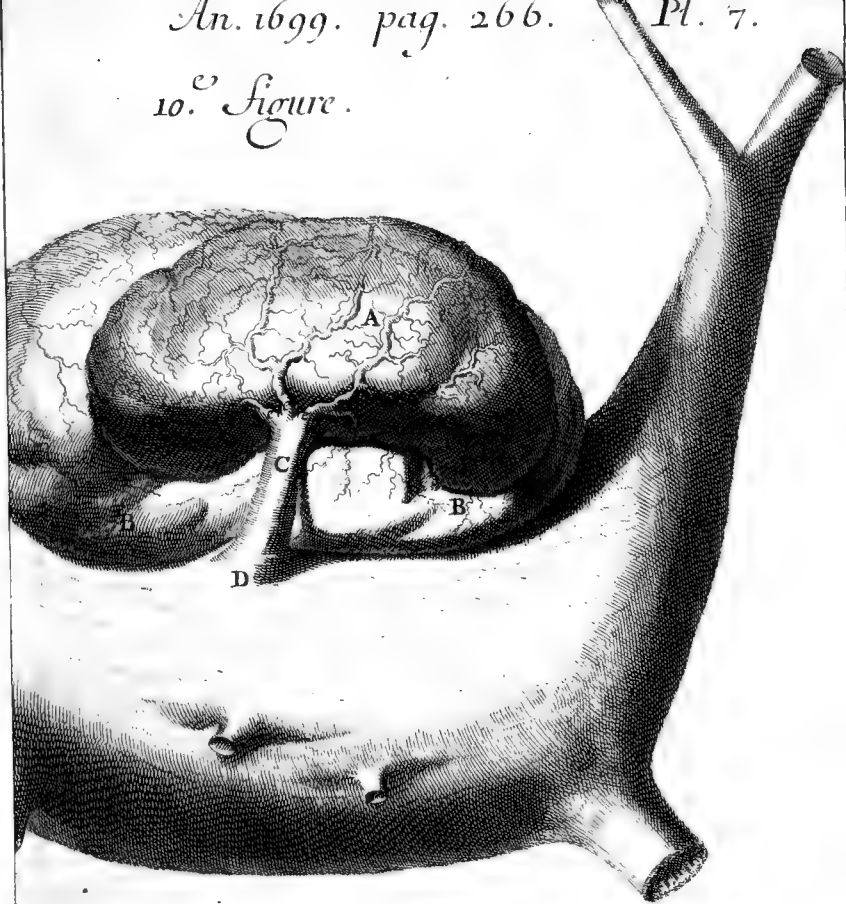
ln 1699.

pag. 266. Pl. 6.

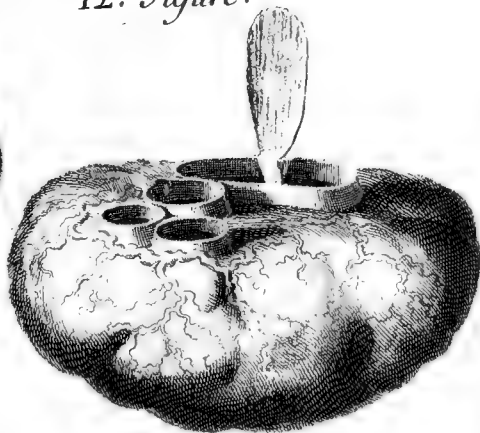
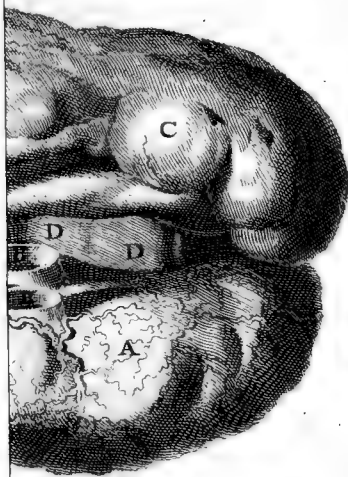


Scotin le jeune, sculpteur

10.<sup>e</sup> Figure.



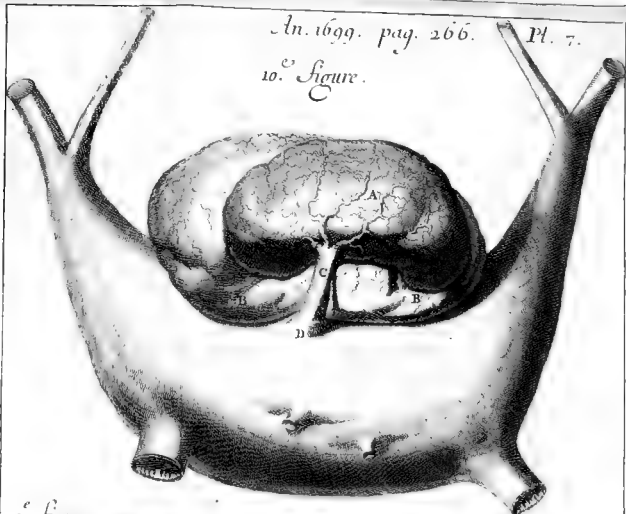
12.<sup>e</sup> Figure.



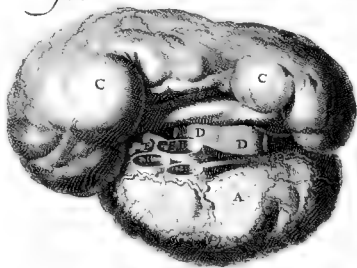
An. 1699. pag. 266.

Pl. 7.

10.<sup>e</sup> Figure.



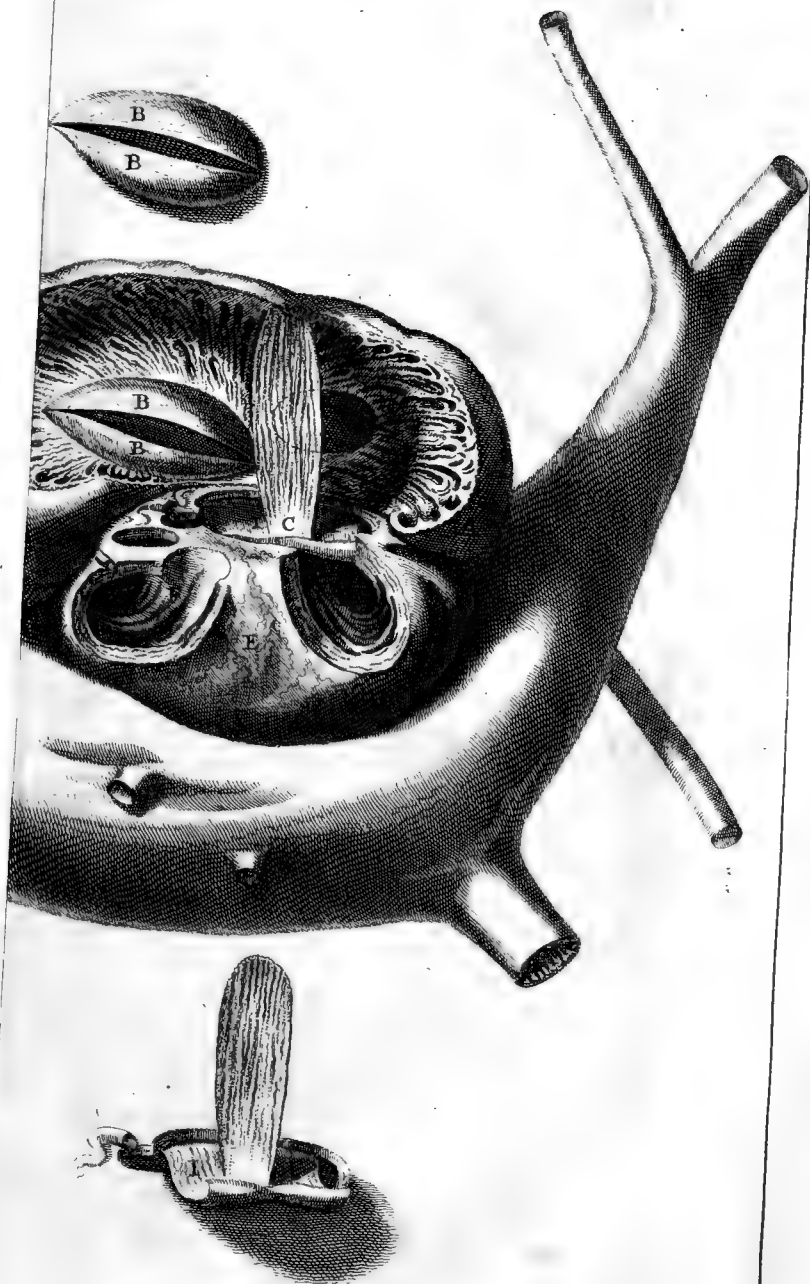
11.<sup>e</sup> Figure.



12.<sup>e</sup> Figure.

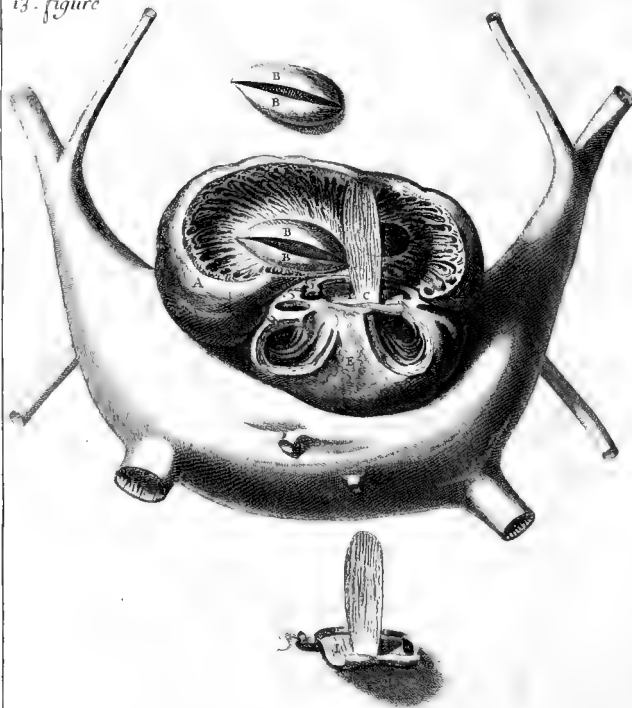


Scotin le jeune Sculp.



Scotin le jeune Sculp.

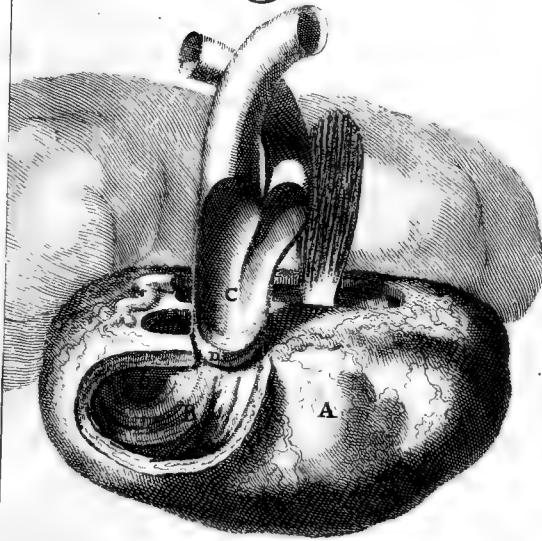
13.<sup>e</sup> figure



Scotin le jeune Sculp.



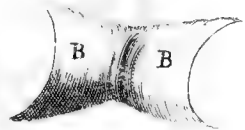
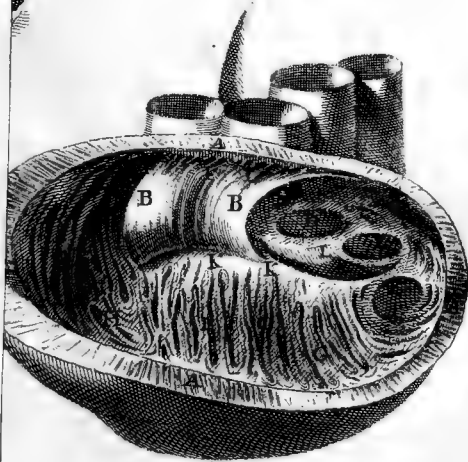
14.<sup>e</sup> figure



16.<sup>e</sup> figure



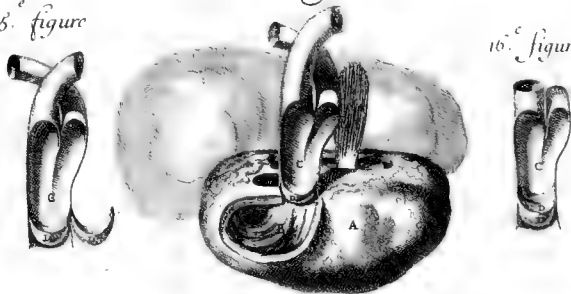
17.<sup>e</sup> figure



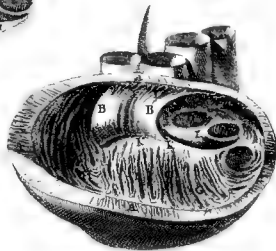
14.<sup>e</sup> figure

15.<sup>e</sup> figure

16.<sup>e</sup> figure



17.<sup>e</sup> figure



- A.* Le reservoir.
- B. B.* Les deux veines du p<sup>ou</sup>mon.
- C.* L'embouchure du tronc de la veine du p<sup>ou</sup>mon au-dessus de la valvule superieure du reservoir.
- D. D.* La moitié de l'oreillette qui regarde l'épine.
- E. E.* Les deux valvules du reservoir.

## IV. FIGURE.

- A.* Le cœur ouvert.
- B. B.* Les deux valvules qui sont à l'embouchure de l'oreillette.
- C.* L'oreillette ouverte.

## V. FIGURE.

Elle represente le cœur, l'oreillette, son reservoir, l'aorte avec ses principales branches, les p<sup>ou</sup>mons dont le droit est marqué par un trait très-foible pour laisser voir les vaisseaux qui passent au-dessous.

- A.* Le cœur.
- B.* Le reservoir.
- C. C.* L'oreillette.
- D.* Le tronc de l'aorte.
- E. E.* Ses deux branches qui se distribuant également à droite & à gauche se subdivisent en trois autres.
- F.* La branche superieure qui se partage en deux, dont l'exterieure fait la Carotide.
- G.* La Carotide inferieure qui est une branche qui se distribue à l'interieure va aux muscles qui sont sous la gorge.
- H.* L'interieure.

*I.* La branche du milieu qui est la plus grosse. Elle jette en descendant trois branches considerables, dont la premiere marquée *K.* fait l'axillaire. La seconde marquée *L.* perçant sous l'aisselle les muscles du dos se partage en deux branches, dont la premiere marquée *M.* remonte & se distribue aux muscles qui couvrent l'épaule, & la tête. La seconde marquée *N.* descendant derriere les apophyses transverses des vertebres, jetté à droite & à gauche des rameaux dont les uns vont aux muscles du dos & des lombes, & les autres entrant par les trous des vertebres, vont à la moëlle de l'épine. Ainsi il faut corriger cet en-

droit dans la description où ces derniers vaisseaux ne sont pas décrits juste. La 3<sup>e</sup>. marquée O. va à l'œsophage.

P. La rencontre des deux branches de l'aorte.

Q. L'artere qui tient lieu de Coeliaque, & de Mesenterique.

R. R. La troisième branche de l'aorte. Elle se partage en deux autres. La plus petite marquée R. va se distribuer aux muscles de la tête. La plus grosse marquée S. est l'artere du poulmon qui se partage en plusieurs rameaux.

#### VI. FIGURE.

A. Le cœur.

E. Les fibres charnuës de l'aorte.

#### VI. FIGURE.

A. L'aorte ouverte.

B. La lame cartilagineuse qui est au milieu du canal.

C. C. Les valvules sygmoïdes qui sont à la naissance de l'aorte.

D. La valvule qui est à l'extrémité de la lame.

E. E. Deux autres valvules qui occupent le reste du canal.

#### VII. FIGURE.

A. L'aorte ouverte.

B. B. Les fibres charnuës circulaires.

C. C. C. C. Les quatre rangs de valvules avec les tubercules qui les soutiennent. On voit que celles du dernier rang sont beaucoup plus grandes que les autres.

#### I. FIGURE.

#### DE LA VIPERE.

A. Le cœur dont les veines ont été ôtées pour éviter la confusion.

a. a. Les oreillettes.

C. L'aorte descendante.

C. C. L'aorte ascendante.

D. D. L'artere du poulmon.

E. Un rameau qui va à l'estomac, & qui vient de l'aorte descendante.

F. Réunion

F. Réunion des deux aortes.

G. La carotide gauche.

H. La carotide droite.

I. Un rameau de l'aorte ascendante qui va à l'épine.

K, K. Les branches qui vont au poumon, dont la supérieure est la plus grosse.

On voit au côté droit de cette figure le cœur & ses oreillettes dégagées de tous les vaisseaux.

A. Le cœur.

B. B. Ses deux oreillettes.

#### I I. F I G U R E.

Elle représente le cœur un peu renversé sur le côté gauche.

A. La veine cave supérieure.

B. L'inférieure.

C. Leur union.

D. L'oreillette droite.

E. La gauche.

F. Le cœur.

#### I I I. F I G U R E.

Elle représente le cœur renversé sur le côté droit pour faire voir la veine cave supérieure gauche, & les veines du poumon.

A. La veine cave supérieure droite.

B. L'inférieure.

C. L'oreillette gauche vûe de côté.

D. La veine cave supérieure gauche.

3. Son embouchure dans la veine cave inférieure.

E. La veine de la partie supérieure du poumon.

F. Celle de la partie inférieure.

G. Le tronc formé par leur rencontre, & son insertion dans l'oreillette gauche.

H. Le cœur.

#### I V. F I G U R E.

A. L'oreillette droite ouverte.

B. La rencontre des deux veines caves du côté droit.

C. C. Les deux valvules qui sont à l'embouchure de cette veine dans l'oreillette.

I. FIGURE.  
DE LA CARPE.

*A.* Le Pericarde.

*B.* L'ouverture par où sort l'aorte.

II. FIGURE.

*A. A.* Le réservoir.

*B. B.* Deux veines qui tiennent lieu de veines-caves inférieures.

*C. C.* Les deux veines-caves supérieures.

*D. D. D.* Les trois veines qui rapportent du foye.

*E.* Une veine qui rapporte une partie du sang des ouïes, & qui en rapporte aussi des parties voisines.

*F.* L'oreillette.

On voit à côté de cette figure les deux veines-caves, & celles du foye réunies à quelque distance du réservoir.

III. FIGURE.

Elle représente l'oreillette coupée de haut en bas pour faire voir l'embouchure du réservoir.

*A.* Le réservoir.

*B.* L'oreillette coupée.

*C. C.* Les valvules en forme de paupières.

IV. FIGURE.

Elle représente le cœur renversé sur le côté droit pour faire voir la forme de l'oreillette.

*A.* L'oreillette.

*B.* Le cœur.

*C.* L'aorte dilatée.

V. FIGURE.

*A.* Le cœur.

*B. B.* Les deux valvules qui sont à l'embouchure de l'oreillette.

*C.* L'ouverture qui est entre ces valvules.

VI. FIGURE.

Elle représente le cœur renversé sur le côté gauche pour mieux faire voir sa forme, & de qu'elle manière l'aorte qui est fort dilatée à sa naissance, porte sur sa base.

II.

Fig. III.

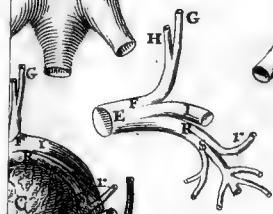
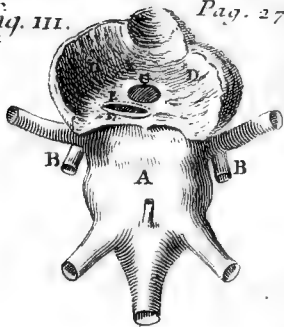
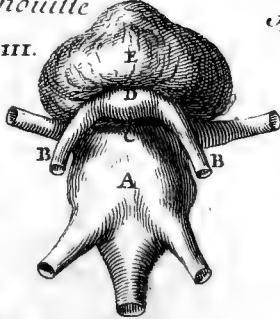
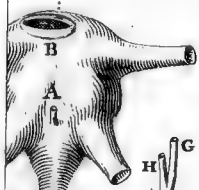


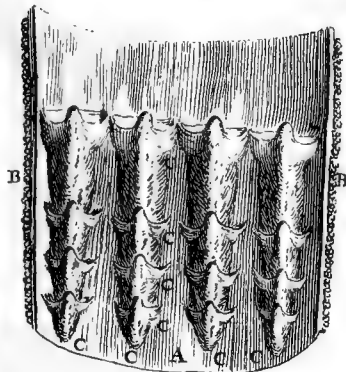
Fig. VII.



Fig. VI.



Fig. VI.



la Vipere

Fig. III.



Fig. IV.

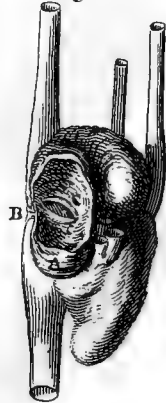


Figure I.



Fig. II.

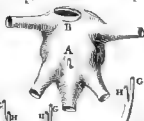


Fig. III.



Fig. III.



Fig. 2-0

Fig. IV.



Fig. V.

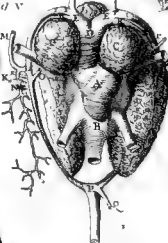


Fig. VII.



Fig. VI.



Fig.



la Vipere

Fig. II.



Fig. III.



Fig. IV.





*A.* Le cœur.

*B.* La dilatation de l'aorte.

#### VII. FIGURE.

Elle représente un des arcs vû par dessus pour en faire voir la gouttière, & les deux parties qui le composent.

*A.* Première partie de l'arc.

*B.* Seconde partie.

*C.* La gouttière.

#### VIII. FIGURE.

Elle représente une des lames en particulier. On en parle ici avant que de parler des vaisseaux, parce qu'elle sont faites pour soutenir leurs ramifications.

*A.* La tige de la lame.

*B.* Les filets de la partie convexe. On voit qu'ils sont liés par une membrane très-fine, mais que leurs extrémités ne sont pas jointes.

*C.* Ceux de la partie concave.

*D.* Le talon avec sa gouttière.

#### IX. FIGURE.

Elle représente deux lames vûes de front, & garnies de leurs filets.

*A* La lame qui fait le côté convexe du feuillet.

*B.* La lame qui fait le côté concave du même feuillet.

On voit par-là que les filets osseux sont plus longs dans le côté concave de la lame *A* & plus courts dans le côté convexe de la lame *B*. De sorte que ces deux lames se regardent toujours par leurs filets les plus courts. C'est ce qui n'a point été assez expliqué dans la description où l'on n'a parlé que des lames qui font le côté convexe du feuillet.

#### IX. FIGURE.

Elle représente les lames vûes de côté, & écartées pour faire voir la membrane qui les lie, & le cordon qui la termine.

*A. A. A.* La membrane qui lie les lames.

*B.* Le cordon qui la termine. On voit comment ce cordon forme autant de croissans qu'il y a d'intervalles entre les lames.

## X. FIGURE.

Elle représente le canal formé par la rencontre de la gouttière avec les deux talons des lames.

## XI. FIGURE.

Elle représente l'aorte ouverte pour faire voir les colonnes charnuës dont elle est garnie intérieurement ; ce qui fait qu'elle est fort enflée en cet endroit.

## XII. FIGURE

Elle représente la distribution de l'aorte.

*A.* Le cœur.

*B.* L'oreillette.

*C.* L'aorte dilatée.

*D.* Sa division en quatre branches de chaque côté. On voit que chacune de ces branches parcourant toute la longueur du feuillet se termine entièrement à son extrémité.

*E. E. E. E.* Quatre rameaux qui se détachent de chaque branche environ à un pouce de leur naissance, & qui se distribuent au commencement de chaque feuillet. On voit par la même figure comment chaque branche se divise en autant de rameaux qu'il y a de lames.

## XIII. FIGURE.

Elle représente une portion de feuillet détachée d'un des côtes de la gouttière, & un peu renversée pour faire voir comment l'artère est enfermée au milieu du vuide que les talons des lames laissent entr'eux. On l'a dégagée de la veine qui la couvre & un peu tirée en bas pour mieux découvrir les paires de branches qu'elles donnent aux lames.

*A. A.* La gouttière.

*B.* Une portion du feuillet.

*C.* L'artère avec ses branches.

## XIV. FIGURE.

Elle représente une paire de lames vûës de front & garnies de leurs artères.

*A. A.* La paire de lames.

*B. B.* La paire d'artères.

On voit par-là comment chacun de ces vaisseaux jette en travers un très-grand nombre de rameaux qui couvrent les deux surfaces de chaque lame, & comment ces

deux artères s'abouchent l'une avec l'autre au milieu de leur route.

# XV FIGURE.

Elle représente ces mêmes artères détachées des lames.

# XVI. FIGURE.

Elle représente la distribution des veines des ouïes.

On y voit que la veine renfermée dans chaque arc reçoit presque à un tiers de distance de chacune de ses extrémités deux branches, dont chacune rapporte de chaque rang du feuillet auquel elle est appliquée, au lieu que c'est le milieu de cette veine qui fournit lui-même à la partie du milieu de ce feuillet sous lequel il est couché. Cette distribution ne se fait ainsi différemment que pour rendre la route des vaisseaux qui vont aux lames, plus sûre & plus aisée.

*A. A. A.* Le tronc de la veine des ouïes qui est couché au dessus de l'aorte.

*B. B. B. B.* Le lieu où chaque veine se partage en trois.

*C. C. C. C.* L'endroit où ces veines s'infèrent dans le tronc marqué *A*.

*D. D. D. D.* Le lieu où chacune de ces veines se partage encore en trois, dont il y en a aussi deux qui rapportent des lames.

*E. E.* Le lieu où ces veines se réunissent deux à deux de chaque côté.

*F.* Le tronc formé par leur rencontre. Il est à remarquer que dès que chacune de ces veines sort de l'extrémité de la gouttière de l'arc, les parois de leur canal deviennent plus épaissies, & prennent la même consistance que les artères, au lieu que tout le reste de ces veines est mince & délié comme le vaisseau lymphatique le plus fin.

*G.* La branche du dernier arc, qui avant la réunion jette plusieurs rameaux qui vont à l'œil, au nez, au cerveau, & à toutes les parties voisines de la tête.

Elle tient lieu d'aorte ascendante, & le tronc formé par la rencontre de ces veines qui sont devenues artères, sert d'aorte descendante.

Elle représente de quelle manière tous les rameaux transversaux d'artères qui couvrent les deux surfaces de chaque lame, viennent s'ouvrir dans un tuyau qui borde l'extrémité de chaque lame, & qui s'engageant dans la gouttière du talon, va se rendre dans la veine qui est renfermée dans la gouttière de l'arc.

A. La branche de l'artère détachée de son tronc.

B. Les rameaux qui couvrent la lame dans toute sa largeur.

C. C. Le tuyau qui sert de veine, dans lequel s'abouchent immédiatement tous les rameaux d'artères.

D. La portion de cette veine renfermée dans la gouttière du talon.

---

## REFLEXIONS SUR L'ECLIPSE du 23. Septembre 1699. par M. Cassini, *qui ont été omises dans leur place.*

**L'**Eclipse du Soleil qui est arrivée le 23. Septembre de cette année 1699. est une des plus mémorables qui soient arrivées depuis longtems.

Elle est arrivée dans l'Equinoxe d'Automne, au tems que le Soleil passoit par l'Equinoxial, allant de l'Hémisphère Septentrional au Méridional. Son centre l'avoit passé la nuit précédente à neuf heures quelques minutes après midy au Méridien de Paris, & son bord Septentrional ne le quitta qu'à une heure & un quart après le midy du 23. lorsque l'Eclipse avoit fini de paroître par toute la terre.

Le Soleil donc au tems de cette Eclipse éclairoit un peu plus d'un Hémisphère de la terre compris entre les deux Pôles. Le Pôle Septentrional étoit éclairé par la partie Septentrionale du Soleil, & le Méridional par la Méridionale.

La Lune au tems de l'Eclipse étoit encore dans la par-

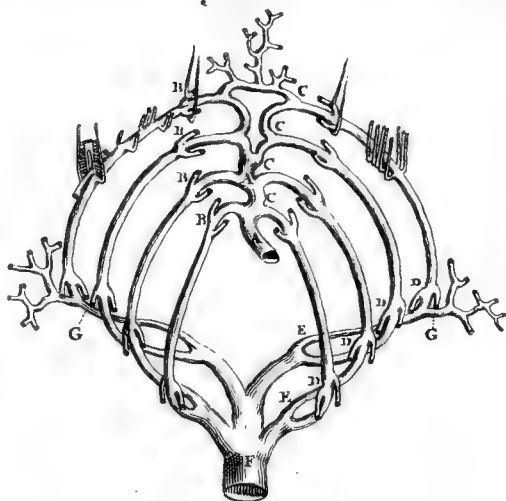
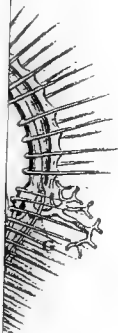


Fig. 15

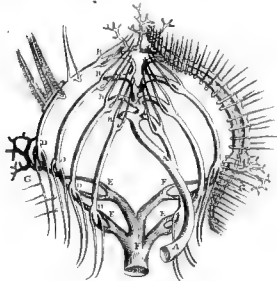
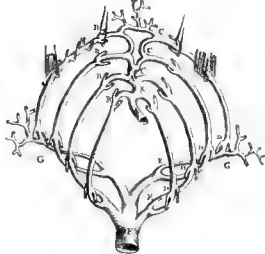


Fig. 16

Fig. 17



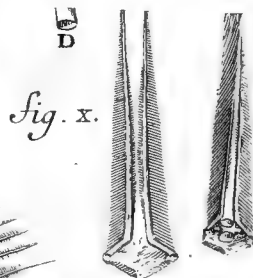


Fig. X.



Fig. XII.

Fig. XV.

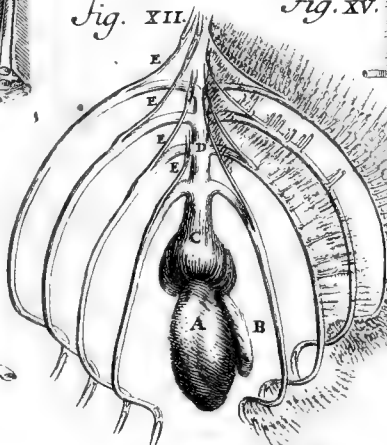
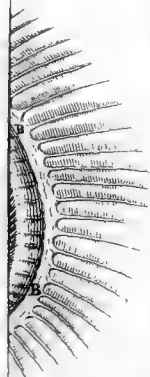


Fig. XIII.

La figure XIII du côté droit, marque une paire de lames dépouillées de leurs vaisseaux. Celle du côté gauche, représente les mêmes vaisseaux détachés de leurs lames.

de l'Artere renfermé dans la gouttière de l'arc des branches de la même Artere qui montent du bord intérieur de chaque lame.

ou les deux branches se réunissent, et les artérioles transversales qui couvrent le plat de chaque lame.

qui sert de veine qui s'abat sur le bord extérieur de chaque lame et dans lequel coulent immédiatement leurs artérioles transversales.

de la veine renfermé dans la gouttière de

ation de la figure XVII doit être supprimée, celle est la même que celle-ci.

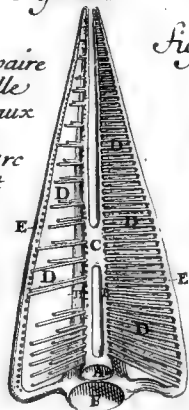


Fig. XIV.



Carpe

Figure I.



Fig. II.

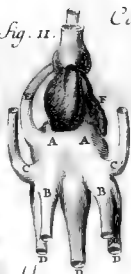


Fig. III.



Fig. IV.



Fig. V.



Fig. VI.



Fig. VII.



Fig. VIII.



Fig. IX.

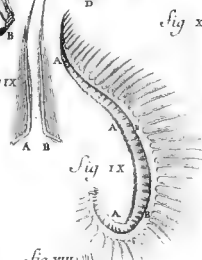


Fig. X.



Fig. XI.



Fig. XII.

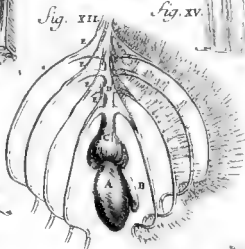


Fig. XV.



Fig. XIII.



Fig. XIII.



Fig. XIII.



Fig. XIII.

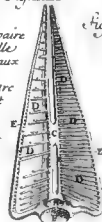


Fig. XV.



La figure XIII du côté droit, marque une paire de lames dépouillées de leurs vaisseaux. Celle du côté gauche, représente les mêmes vaisseaux détachés de leurs lames.

- A. Le tronc de l'artère renfermé dans la gouttière de l'ore.
- BB. Les deux branches de la même artère qui montent le long du bord intérieur de chaque lame.
- C. Le lieu où les deux branchent s'anastomosent.
- DDD. Leurs artérioles transversales qui couvrent le plat de chaque lame.
- EE. Le tuyau qui sert de veine qui s'abaisse sur les tranchant extérieur de chaque lame et dans lequel s'abouchent immédiatement leurs artérioles transversales.
- F. Le tronc de la veine renfermé dans la gouttière de l'ore.

L'Explication de la figure XVII doit être supprimée parce qu'elle est la même que celle ci.



tie Septentrionale du Ciel, & n'arriva à l'Equinoxial même par son bord Méridional, que vers la fin de l'Eclipse.

C'est pourquoi en passant entre le Soleil qui étoit à une hauteur incomparablement plus grande, & l'Hémisphère Septentrional de la terre, elle cacha successivement une grande partie du Soleil aux régions Septentrionales, sans le cacher aux Méridionales.

Il y eut des lieux qui se rencontrèrent précisément dans la ligne droite qui passoit par les centres du Soleil & de la Lune prolongée jusqu'à la surface de la terre. Ces lieux eurent pour un instant l'Eclipse centrale, & furent chacun successivement comme dans un point d'ombre, qui est le terme de cette ligne. Elle change continuellement de situation à l'égard de la terre par un mouvement composé de deux contraires; L'un est le mouvement universel commun au Soleil & à la Lune, par lequel ces deux Astres font chaque jour le tour de la terre d'Orient en Occident; L'autre est le mouvement particulier de la Lune sous le Soleil d'Occident en Orient avec une déclinaison, qui dans cette Eclipse alloit vers le Midy, comme il arrive toujours dans les Eclipses Solaires d'Automne.

Bien que la période de ce mouvement particulier soit beaucoup plus lente que celle de l'universel, néanmoins l'ombre fait en même tems sur la surface de la terre plus de chemin par le mouvement particulier, que par l'universel, & par conséquent le particulier l'emporte, & fait tracer sur la surface de la terre par un mouvement très-rapide d'Occident en Orient, déclinant dans cette Eclipse vers le Midy, un sentier obscur qui passe par les lieux qui voient successivement l'Eclipse centrale. Elle est donc vûë plutôt dans les parties Occidentales de la Terre que dans les Orientales, au lieu que le seul mouvement universel la feroit voir plutôt aux parties Orientales qu'aux Occidentales.

Le Soleil & la Lune étoient éloignées de la terre au commencement de cette Eclipse à distances proportionnelles à leurs vrais diametres, c'est pourquoi la Lune sembloit égale

au Soleil , & les lieux qui se rencontrerent précisément en ligne droite avec ces astres , purent voir pour un instant l'Eclipse totale.

Mais comme la terre est un globe, où il y a des parties dont la Lune au même instant est plus proche que des autres, il arrive qu'au même instant les uns peuvent voir la Lune aussi grande que le Soleil , les autres plus grande, d'autres plus petite.

Ceux qui ont vû le Soleil éclipsé après son lever , l'auront vû aussi grand que la Lune , car l'un & l'autre paroissoit alors de 32. minutes & 8. secondes. Ceux qui l'ont vû éclipsé proche du Midy , auront vû la Lune ( qui leur étoit alors plus proche ) plus grande de plusieurs secondes , & ceux qui ont vû l'Eclipse avant le coucher du Soleil , l'ont vûe de quelques secondes plus petite. Ce dernier effet vient du mouvement particulier de la Lune , qui au tems de cette Eclipsé s'éloignoit de plus en plus du centre de la terre , allant vers son Apogée par un mouvement composé de périodes différentes, qui faisoit une diminution apparente du diametre de la Lune environ une seconde par heure , & l'a dû faire paroître plus petite à son coucher, qu'elles n'avoit parû à son lever. Ainsi quelques-uns pourront avoir vû cette Eclipsé totale pour un instant , quelques autres l'auront pû voir totale avec un peu de durée, & quelques autres l'auront pû voir annulaire , où la Lune dans sa conjunction centrale n'aura pû cacher tout le Soleil , mais aura laissé son bord lumineux en forme d'un grand anneau.

Dans cette Eclipsé où les diametres du Soleil & de la Lune étoient si près de l'égalité apparente , qu'il n'y avoit différence que de quelques secondes , ce seroit une affaire d'une subtilité extrême , que de distinguer avec assez de justesse les lieux qui l'ont pû voir centrale de ces trois différentes manieres ; non seulement par les hypotheses, mais même par les observations qu'on en a faites aux lieux où l'Eclipsé ne fut que partielle.

Dans l'image du Soleil faite au foyer d'une Lunette de 45. pieds, la Lune a parû tantôt égale au Soleil, tantôt un peu

peu plus petite, tantôt un peu plus grande. Quand l'Eclipse arriva à 9 doigts on prit la distance des pointes dans la circonférence du Soleil de 155 degrez. Elle n'auroit dû paroître que de 151 degrez, si la Lune n'avoit pas paru plus grande que le Soleil; mais dix minutes après, la distance des pointes fut prise de 145 degrez, elle auroit dû être plus grande que 151 si la Lune n'avoit pas paru plus petite que le Soleil : on doit attribuer cette différence à la grande difficulté qu'il y avoit de suivre le Soleil par une si grande Lunette avec l'exactitude requise pour prendre ses mesures avec justesse. Cette difficulté diminueoit l'évidence & l'exactitude que la grandeur de l'instrument faisoit espérer.

Par les autres instrumens la Lune a paru aussi tantôt égale au Soleil au tems de l'Eclipse, tantôt un peu plus petite, tantôt un peu plus grande. Mais le plus souvent elle a paru plus grande d'environ 10 secondes.

Monsieur Chazelles, le Pere de Laval & le P. Feuillée observerent à Marseille lorsque l'Eclipse étoit de six doigts, le diametre de la Lune de 32'. 15", celui du Soleil étant de 32'. 8". Il est aisé de voir à six doigts, si le diametre de la Lune est égal à celui du Soleil, car alors les pointes de l'Eclipse doivent être éloignées de 120 degrez de la circonférence du Soleil; comme au neuvième doigt, elles doivent être éloignées par le calcul de 151. degrez ayant supposé la même égalité.

Le P. Becatelli à Parme observa le diametre de la Lune plus grand que celui du Soleil de  $\frac{12}{1388}$ , qui font 17 secondes.

Messieurs Manfredi & Stancari à Bologne, dans la plupart des phases de l'Eclipse, observerent le diametre de la Lune plus grand que celui du Soleil de huit à dix secondes, ce qui s'accorde parfaitement à mon calcul. Ils remarquerent que presque dans toutes les phases depuis le milieu jusqu'à la fin, le diametre de la Lune parut un peu plus grand que du commencement jusqu'au milieu, ce qui s'accorde aussi au même calcul, la Lune leur ayant été plus proche vers la fin quand elle approchoit plus du Midy que vers le commencement.

Les lieux qui étoient autour de celui qui a eu l'Eclipsé centrale, l'ont eu au même instant partielle.

Ceux qui peuvent voir l'Eclipsé au même instant sont enfermés dans une enceinte formée par les rayons, qui partant de chaque point de la circonference du Soleil apparente à la terre, passent par les points opposez du bord de la Lune, prolongez jusqu'aux parties de la surface de la terre qu'ils peuvent rencontrer.

L'étendue du Pays compris dans cette enceinte, étant déstituée d'une partie des rayons du Soleil qui sont interceptez par quelque partie de la Lune, sont dans une espece d'ombre qui est dense vers le milieu, & très-legere vers l'extrémité. Les Modernes l'appellent Penombre.

Il y a quelquefois quantité de ces rayons qui passent sans rencontrer la terre, comme il est arrivé dans cette Eclipsé du côté du Septentrion au-delà du Pôle. De ce côté-là cette Penombre étoit coupée par l'horison de la terre apparent au Soleil.

Quand elle tombe toute sur la circonference de la terre, si la ligne qui passe par les centres du Soleil & de la Lune est perpendiculaire à la terre, sa figure est circulaire; autrement elle est oblongue & irreguliere, à cause de la diverse inclinaison que les rayons dont elle est formée ont à la surface de la terre, comme il est arrivé dans nôtre Eclipsé, où elle étoit encore défigurée par la partie qui lui manquoit du côté du Septentrion.

Cette enceinte est mobile sur la surface de la terre du mouvement qui resulte de celui du rayon central qui dans nôtre Eclipsé alloit rapidement d'Occident en Orient avec une déclinaison vers le midi, & dans ce mouvement elle se transforme diversément, suivant que les rayons extrêmes qui sont sur la ligne de son mouvement rencontrent plus ou moins obliquement la surface de la terre.

Par ce mouvement il se forme sur la surface de la terre une figure oblongue, qui comprend tous les lieux qui peuvent voir l'Eclipsé partie en même tems, partie successivement l'un après l'autre.

Nous l'avons décrite sur une Carte Geographique corrigée sur les observations recentes , cherchant autant de points de sa circonference qu'il nous étoit neceffaire , & les déterminant tous par leurs longitudes & latitudes.

Elle se termine à l'Occident aux lieux qui n'ont vû qu'à peine la fin de l'Eclipse au lever du Soleil. Ce sont les parties Orientales de l'Amerique Septentrionale , & un grand trait de mer du Nord. Du côté du Midy elle est terminée par les lieux qui n'ont vû qu'à peine entamé le bord méridional du Soleil. Ils sont entre les Canaries & les Isles du Cap Verd , & se suivent par le milieu de l'Afrique , & par la mer des Indes. Du côté d'Orient sont ceux qui n'ont vû qu'à peine commencer l'Eclipse au coucher du Soleil : ce sont la partie Occidentale de Sumatra , une partie des lieux entre Mergui & Malaca , partie du Golfe de Siam , de Camboïa , de la Cochinchine & de la partie Occidentale de la Chine , & de la Tartarie Chinoise. Du côté du Septentrion sont les lieux d'où l'on auroit pû voir l'Eclipse assez long-tems , pendant que le Soleil leur rasoit l'horizon du côté du Midi , dont la plupart tombent dans la Mer glaciale. Nous voyons par-là que cette Eclipse a été vûe d'une partie de l'Amerique Septentrionale , de toute l'Europe , de la partie Septentrionale de l'Afrique , & au delà de l'Equinoxial par plusieurs degrez , dans la Mer des Indes , & de la plus grande partie de l'Asie.

La Refraction que les rayons du Soleil & de la Lune souffrent en rencontrant obliquement la surface de l'air , les fait voir à des lieux qui ne les verroient pas par les rayons directs , & aura un peu dilaté ces termes ; mais comme il n'y a pas dans ces extremitez d'Observateurs qui en puissent rendre compte , il est inutile de déterminer cette variation avec plus de subtilité dans ces lieux particuliers.

Dans les zones tempérées la Refraction ne monte pas à un degré. Nous avons calculé qu'elle y monte sous le cercle polaire arctique , suivant les observations faites en Boshnie par le feu Roi de Suède , & par ses Mathématiciens qui nous ont été communiquées.

Il est plus important de trouver les lieux qui ont pû voir l'Eclipse centrale, & ceux qui ont vû la moitié du Soleil éclipse, tant du côté du Midy, que du côté du Septentrion, d'où l'on pourra juger de la grandeur de l'Eclipse qui aura été vûe aux autres lieux.

En examinant le mouvement composé de la ligne droite qui passe par les centres du Soleil & de la Lune, & la trace qu'elle décrit par ce mouvement sur la surface de la terre, où elle a fait voir l'Eclipse centrale, nous en avons déterminé autant de points qu'il étoit nécessaire pour la décrire avec assez de justesse.

Nous avons premierement déterminé l'endroit où cette ligne droite a commencé à rencontrer la terre, & calculé sa longitude & latitude qui étant transportée dans la Carte Geographique corrigée suivant les nouvelles observations, tombe dans une Isle du Groenland.

Et ayant ensuite calculé la variation de longitude qu'elle fait à chaque degré de variation de latitude, & transporté pareillement ces longitudes & latitudes dans la même Carte, nous avons vû qu'elle a passé par les Côtes Septentrionales de l'Ecosse, par la partie Méridionale du Dannemarc, & par les parties Septentrionales de la Pomeranie, entre la Pologne & la Transilvanie, & par la petite Tartarie, par la Mer Noire & par l'Armenie, par la Perse, par le Royaume du Mogol, par les Indes Orientales jusqu'aux confins du Royaume de Siam.

Elle a fait tout ce chemin par un mouvement fort inégal, beaucoup plus vite vers la fin que vers le commencement, à cause de la diverse obliquité avec laquelle elle rencontroit successivement diverses parties de la terre. Dans les lieux qui ont vû cette Eclipse totale, il se fera fait une petite ombre de la Lune sur la terre, semblable à celle que les satellites de Jupiter font dans son disque, quand ils passent entre le Soleil & cet astre.

Cette ombre aura parcouru toute l'étendue du païs que nous venons de décrire en deux heures & trois quarts, sans avoir égard à la Refraction qui l'a fait parcourir un espa-

te un peu plus grand en 7. ou 8 minutes de plus. Si cette ombre avoit passé par le centre du disque de la terre exposé au Soleil, elle l'auroit parcouru en trois heures & deux tiers, qui est presque le tems que l'ombre du troisiéme satellite de Jupiter employe à parcourir son disque quand elle passe par son centre. Un boulet de Canon ne va pas si vite par l'air que cette ombre marchoit sur la surface de la terre.

L'augmentation du diametre apparent de la Lune, à cause de son élévation à l'endroit où l'Eclipse a été centrale, dans la plus grande hauteur, que nous trouvons avoir été de 45 degrez, 45 minutes, n'est monté qu'à 12 secondes. Elle se faisoit lentement vers l'horizon, & plus vite dans de plus grandes hauteurs; au lieu que la diminution causée par le mouvement vers l'Apogée, n'étoit que d'une seconde par heure, & d'un mouvement moins inégal; ce qui n'aura pas empêché que l'Eclipse n'ait été totale aux lieux qui avoient l'Eclipse centrale proche du Méridien.

Les lieux à côté de la trace décrite sur la surface de la terre par l'ombre centrale, renfermez dans l'espace Ecliptique ont vû le Soleil d'autant plus éclipsé qu'ils étoient plus proche de cette trace.

Sans la courbure de la surface de la terre, qui dans le mouvement composé du Soleil & de la Lune, reçoit leurs rayons avec une obliquité variable, la partie du diametre du Soleil éclipsée auroit eu à peu près la même proportion à la partie du diametre qui est resté éclairée au milieu de l'Eclipse en chaque lieu, que la distance entre le lieu & le terme plus prochain de la Penombre à sa distance de la trace de l'ombre. Cette proportion a été à Paris, presque comme 19. à 5.

La variation de l'obliquité de ces rayons dans ce mouvement composé a fait varier diversément cette proportion, ce qui nous a obligé de décrire trois autres traces. Une passe par les lieux qui ont vû la moitié Septentrionale du Soleil éclipsée, & sont au Sud de la trace de l'Eclipse centrale; un autre passe par les lieux qui ont vû la moitié Mé-

ridionale du Soleil éclipsee, & sont au Nord de la trace centrale; un autre enfin par les lieux au Septentrion qui ont vû l'Eclipse de cinq doigts & demi.

On a déterminé la longitude & la latitude d'autant de lieux qui se sont rencontrés sur ces traces, qu'il étoit nécessaire pour les décrire dans la Carte Geographique.

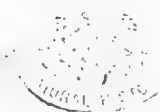
La trace Méridionale de six doigts commence dans l'Océan, qui est entre l'Isle de Terre-neuve, & les Azores, où le Soleil se leva la moitié éclipsee, elle passa au Septentrion de ces Isles par le milieu du Portugal & de Valence, au Septentrion d'Alger & au Midy de Tunis, par le milieu de l'Egypte, par la partie Méridionale de l'Arabie, & finit dans l'Océan au deçà des Maldives.

La trace Septentrionale de six doigts commença dans la Mer glaciale proche du Pôle. Elle passa par la Côte Méridionale de Spitberg, par la Russie & par la Tartarie.

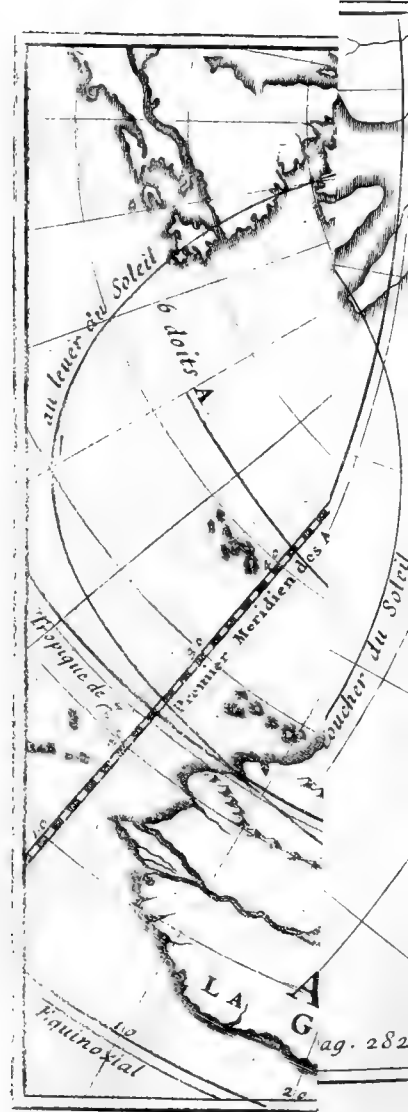
La trace de cinq doigts & demi au Nord, prend une petite partie de la Tartarie. Par la comparaison des lieux à ces traces marquées sur la Carte, on peut connoître à peu près la grandeur de l'Eclipse en tous les lieux qui l'ont pû voir avec la justesse que la Carte peut permettre.

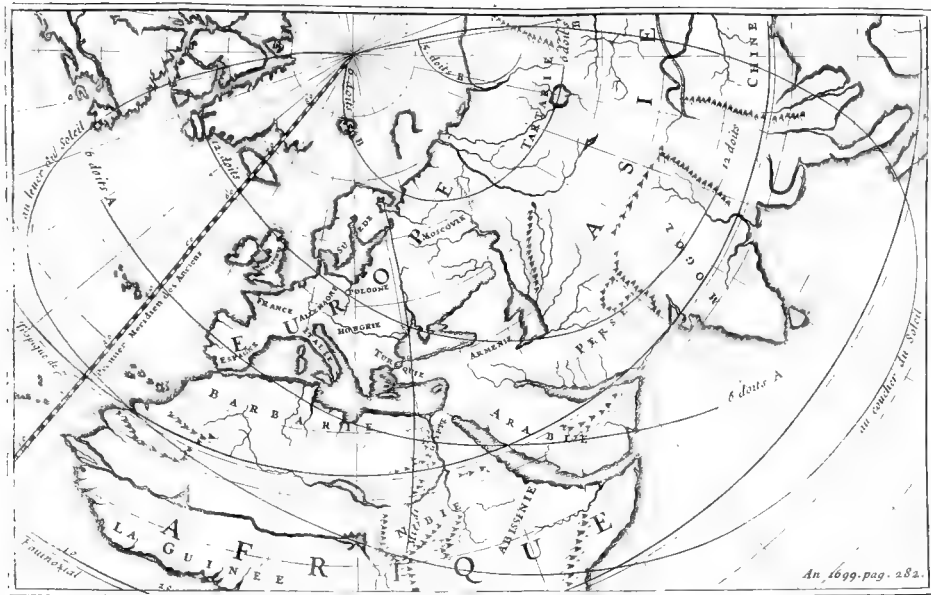
On se seroit fort éloigné du vrai si on s'étoit servi des Cartes communes dans lesquelles la différence des longitudes dans cette étendue des Pays qui ont vû l'Eclipse, va jusques à 40 degrez. Pour déterminer avec justesse la diversité des phases de l'Eclipse par toute la terre, l'exactitude de la Geographie y est autant nécessaire que celle de l'Astronomie.

F I N.











A

B



